

Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus

**Markku Puustinen, Jari Koskiahho, Jukka Jormola,
Lasse Järvenpää, Anni Karhunen, Markku Mikkola-Roos,
Janne Pitkänen, Juha Riihimäki, Marko Svensberg ja
Pentti Vikberg**

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus

**Markku Puustinen, Jari Koskiahho, Jukka Jormola,
Lasse Järvenpää, Anni Karhunen, Markku Mikkola-Roos,
Janne Pitkänen, Juha Riihimäki, Marko Svensberg ja
Pentti Vikberg**

Helsinki 2007

Suomen ympäristökeskus



S Y K E

Suomen ympäristö 21 | 2007
Suomen ympäristökeskus

Taitto: Jonna Hautamäki
Kansikuva: Janne Pitkänen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Julkaisu on painettu paperille, joka on valmistettu ympäristöä säästäen.

Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007

ISBN 978-952-11-2719-9 (nid.)
ISBN 978-952-11-2720-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkok.)

SISÄLLYS

1 Johdanto	5
2 Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen tavoitteet ja hyödyt	7
2.1 Maatalouden vesiensuojelu	7
2.2 Maaseutumaisema	9
2.3 Luonnon monimuotoisuus	9
2.4 Kalatalouden edistäminen	11
2.5 Valuma-alueen vesitalous ja tulvien hallinta	11
3 Kosteikkojen ominaispiirteet ja puhdistusmekanismit	12
3.1 Kiintoaineksen laskeutuminen ja resuspensio	12
3.2 Liuenneen fosforin adsorptio ja desorptio	13
3.3 Typen denitrifikaatio	13
3.4 Ravinteiden biologinen kulutus	14
3.5 Monimuotoisuus ja puhdistusmekanismit	14
4 Monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelu ja rahoitusmahdollisuudet	15
4.1 Alueellinen yleissuunnittelu	15
4.1.1 Maatalouden vesistökuormituksen paikallistaminen ja vähentämismahdollisuudet	15
4.1.2 Kosteikkojen ympäristövaikutukset ja alueellinen kohdentaminen	17
4.2 Vesistökohtainen yleissuunnittelu	21
4.2.1 Vesistön tilaan ja valuma-alueen erityispiirteisiin perustuva yleissuunnittelu	21
4.2.2 Peltojen kuivatustila, tulvaherkkyys ja uomien tila	21
4.2.3 Kosteikkojen ja tulva-alueiden sijoittelu valuma-alueelle	22
4.3 Hankkeiden rahoitusmahdollisuudet	25
4.3.1 Yleissuunnitelman asema ympäristötukien hakemisessa	25
4.3.2 Ei-tuotannollisten investointien tuki	26
4.3.3 Ympäristötuen erityistuki	26
4.3.4 Tukien hakeminen	26
4.3.5 Muut rahoitusmahdollisuudet	27
5 Kosteikkojen lupatarpeet, hankesuunnittelu ja maastotutkimukset	28
5.1 Kosteikkojen perustamista koskevat rajoitteet ja tarvittavat luvat	28
5.2 Perustamispaikan ominaisuudet	29
5.3 Yläpuolisen valuma-alueen raja, mitoitusvirtaamat ja vedenkorkeudet	29
5.4 Kenttätutkimuksen kartta-aineisto ja suunnitelmaluonnokset	33
5.5 Suunnitelman sisältö ja esitystapa	33

6 Monivaikutteisten kosteikkojen, laskeutusaltaiden ja allasketjujen suunnittelu ja mitoitus	35
6.1 Kosteikkoratkaisuja erilaisilla perustamipaikoilla	35
6.1.1 Patoamalla toteutettavat kosteikot	35
6.1.2 Kaivamalla toteutettavat kosteikot	37
6.1.3 Laskeutusaltaat	41
6.1.4 Pienet lietekuopat	42
6.1.5 Peräkkäiset pohjakynnykset, allasketjut ja kunnostettavat uomat	42
6.1.6 Tulva-alueiden palauttaminen	42
6.1.7 Entisten maanottoaikkojen kunnostus	43
6.2 Kosteikkojen suunnittelu	43
6.2.1 Kosteikon yleinen muoto ja pinta-ala	43
6.2.2 Maa-aineksen ominaisuudet ja soveltuvuus kosteikon pohjamateriaaliksi	44
6.2.3 Padotus- ja juoksutusrakenteet	46
6.2.4 Veden johtaminen kosteikkoon	49
6.2.5 Syvänteet ja avovesipinta-aset osat	49
6.2.6 Matalan veden alueet ja vedenalaiset harjanteet	50
6.2.7 Niemekkeet ja rantaviivan muotoilu	51
6.2.8 Kasvillisuusvyöhykkeet	52
6.2.9 Tulva-alueet	53
6.3 Altain, allasketjujen ja ympäristön tilaa parantavien uomaratkaisujen suunnittelu	53
6.3.1 Laskeutusaltaat, pienet lietekuopat ja entisten maanottoaikkojen kunnostus	53
6.3.2 Pohjapadot ja allasketjut	54
6.3.3 Uomien luonnontilan monipuolistaminen	55
6.3.4 Tulva-alueiden palauttaminen	57
6.4 Kosteikkojen hydrologinen ja hydraulinen mitoitus	57
7 Ympäristötavoitteiden yhteensovittaminen	61
7.1 Kuivatustarpeet ja uomien ekologinen tila kosteikkojen vaikutusalueella	61
7.2 Kosteikkojen ja uomien maisemasuunnittelu	61
7.3 Kosteikkokasvillisuuden vaatimukset ja kasvuolosuhteet	62
7.4 Linnuston tarpeet ja elinolosuhteet	63
7.5 Kalaston ja rapujen tarpeet ja elinolosuhteet	66
8 Hankkeiden toteuttaminen ja kaivumassojen sijoittaminen	68
8.1 Pato- ja pengerrakenteet	68
8.2 Ruokamullan poistaminen ja maa-aineksen läjittäminen	68
9 Kosteikkojen hoito	69
9.1 Pato- ja pengerrakenteiden tarkastus ja kunnossapito	69
9.2 Lietteen poisto ja sijoittaminen	69
9.3 Kasvillisuuden hoito	69
10 Hankkeiden perustamiskustannukset	71
Lähteet	73

1 Johdanto

Maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta on EU:n liittymisen (v. 1995) jälkeen alennettu toteuttamalla maatalouden ympäristötukiohjelman sisältämiä vaihtoehtoisia ympäristötoimenpiteitä. Ohjelma sisältää suuren määrän valinnaisia toimenpiteitä erilaisiin olosuhteisiin ja viljelytilanteisiin. Ympäristöohjelman sisältö ja rakenne on jossain määrin muuttunut siirryttäessä tukikaudelta toiselle, joskin toimenpidevalikoima on pääosin pysynyt muuttumattomana. Ympäristöhyötyjen kannalta on keskeistä se, miten ohjelman yksittäiset toimenpiteet toteutetaan ja kohdennetaan sekä kuinka pitkäaikaisia ratkaisuja ne ovat. Merkittävä osa ns. perustuen toimenpiteistä on toteutettavissa joustavasti ilman mittavia etukäteisvalmisteluita, kun erityistuen toimenpiteet vaativat jo tarkempaa etukäteissuunnittelua. Maatalouden ympäristöohjelman keskeinen ja yksiselitteinen tavoite on vähentää merkittävästi maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta. 'Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015'-raportissa tavoitteeksi on asetettu 30 %:n kuormitusalenema.

Uudessa ympäristötukiohjelmassa (tukikaudelle 2007–2013) maataloudessa toteutettavien kosteikkojen asema ympäristötoimenpiteenä korostuu aiempiin tukikausiin verrattuna. Monivaikutteisella kosteikolla siinä tarkoitetaan sellaista maatalouden ravinnekuormitusta vähentävää ojan, puron, joen tai muun vesistön osaa ja sen ranta-aluetta, jotka lisäävät luonnon monimuotoisuutta, toimivat kasteluveden varastona, parantavat maaseutumaisemaa ja alueiden virkistyskäyttöä. Vuosikymmeniä sitten kosteikkoja esiintyi alavilla alueilla yleisesti. Peruskuivatustöiden yhteydessä peltojen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat kosteikot suurelta osin kuivatettiin ja otettiin viljelykäyttöön. Nyt kosteikkoja palautetaan alkuperäisille paikoilleen osaksi hydrologisesti kestävää maisemarakennetta, joissakin tapauksissa luodaan aivan uuttakin kosteikkoympäristöä. Kosteikkojen toteuttaminen tulee edellyttämään hankkeilta ammattitaitoista etukäteissuunnittelua, jonka vaatimukset vastaavat peruskuivatuksen suunnittelun tasoa.

Kosteikkojen vaikutusmekanismeja ja tehokkuutta on Suomessa tutkittu 1990-luvun jälkimmäiseltä puoliskolta lähtien useassa kehitys- ja tutkimushankkeessa (mm. VIHTA- ja PRIMROSE-projektit), joiden pohjalta on valmistunut kosteikkojen mekanismeja käsittelevä väitöskirja (Koskiahio 2006). Tutkimuksissa ovat vesiensuojelutavoitteiden ohella keskeisinä olleet myös maisema- ja monimuotoisuustavoitteet. Tutkimustietoa on sovellettu sittemmin lähinnä yksittäisissä suunnitteluhankkeissa mm. Tuusulanjärven kosteikkosuunnitelmassa (Rantamo-Seitteli-hanke 17.6. 2005/SYKE). Edeltävillä tukikausilla erityistuilla toteutettujen kosteikko- ja laskeutusallashankkeiden kokonaismäärä jäi melko vaatimattomaksi noin 500 hankkeeseen. Tästä määrästä kosteikkoja on noin 70. Riistanhoidolliseen tarkoitukseen on tehty uusia ja kunnostettu vanhoja kosteikkoja useita satoja eri puolilla maata viimeisten 10–15 vuoden aikana. Myös metsätalouden ja turvetuotannon ympäristöongelmien ratkaisuihin on sovellettu kosteikkoja.

Vesiensuojelukosteikkojen suunnittelusta ja mitoituksista on Suomessa edelleenkin melko vähän kokemuksia ja osaamista. Nyt kosteikkojen määrän kuitenkin odotetaan lisääntyvän merkittävästi jo lähivuosina uuden tukimuodon, ei-tuotannolliset investoinnit, houkuttelevana. Uusien kosteikkojen hoitoa edelleen rahoitettaisiin totuttuun tapaan pitkäaikaisilla erityistukisopimuksilla, mikä sekin lisäisi kosteikkojen perustamishalukkuutta. Jatkossa myös rekisteröityjen yhdistysten olisi tietyin edellytyksin mahdollista hakea sanottuja tukia kosteikkojen perustamiseen. Tässä tilanteessa on todettu suuri tarve ajanmukaisille kosteikkojen suunnittelu- ja mitoi-

tusohjeistolle sekä menettelytavoille, jotka edistävät kosteikkojen suunnittelua ja kohdentamista.

Edellä esitettyä taustaa vasten MMM:n aloitteesta käynnistettiin yksivuotinen hanke 'Monitavoitteellisten vesiensuojelukosteikkojen vesistöalueittainen kohdentaminen' (VESKO) SYKEN ja Lounais-Suomen ympäristökeskuksen (LOS) yhteishankkeena. Hankkeen kokonaistavoitteena oli luoda i) kosteikkojen alueellista yleissuunnittelua koskevat periaatteet ja kriteerit, jotka ohjaavat yleissuunnittelun käytännön toteuttamista, kosteikkojen paikallista tarvearviointia ja suunnitelmiin perustuvien hankkeiden rahoituksen priorisointia sekä laatia ii) monivaikutteisten vesiensuojelukosteikkojen tavoitteisiin perustuvan suunnittelu- ja mitoituskriteeristön sisältämä suunnittelu- ja mitoitusohjeisto käytännön suunnittelijoille. Monivaikutteisten vesiensuojelukosteikkojen yleissuunnittelua koskevasta ohjeistosta vastasi LOS ja yksityiskohtaista suunnittelua ja mitoitusta koskevasta ohjeistosta SYKE. Hanke oli MMM:n rahoittama ja hankkeen vastuullisena johtajana toimi Pirkko Valpasvuo (LOS).

Hankkeelle muodostettiin asiantuntijaryhmä, johon kuuluivat Anni Karhunen ja Mikko Jaakkola LOS:sta, Jari Koskiahho, Lasse Järvenpää, Jukka Jormola ja Markku Puustinen SYKE:stä, Hannamaria Yliruusi Turun AMK:sta, Pentti Vikberg ja Marko Svensberg Metsästäjien keskusjärjestöstä, Janne Pitkänen Metsästäjäliitosta ja Fredrik von Limburg-Stirum Kiskosta. VESKO-hanke oli osa laajempaa MMM:n rahoittamaa, vuonna 2006 alkanutta ja vuoteen 2009 saakka jatkuvaa 'Vesienhoidon tutkimusohjelmaa' (VEHO). Tutkimusohjelmalle on nimetty ohjausryhmä, jonka puheenjohtajana toimii Elina Nikkola MMM:stä.

Tässä julkaisussa esitetään rakennettujen kosteikkojen ratkaisuja, niiden rakenteellisia yksityiskohtia, esitetään suunnittelun ja mitoituksen keskeiset periaatteet, käsitellään kenttätutkimusta ja suunnittelussa tarvittavia taustatietoja sekä arvioidaan kosteikkojen ympäristövaikutuksia. Julkaisu perustuu suunnittelun ja mitoituksen osalta vahvasti em. suomalaisiin kosteikkotutkimuksiin ja kokemuksiin 'tutkimuksesta käytäntöön' -periaatteella. Julkaisussa esitetään kosteikkojen puhdistusmekanismeja ja niiden vaikutuksia melko yleisellä tasolla, mutta riittävästi suunnittelun ja mitoituksen taustatiedoiksi. Julkaisussa käsitellään pelkästään maatalouden vesiensuojelukosteikoita. Metsätalouden, turvetuotannon ja taajama-alueiden kosteikoita ei tässä yhteydessä käsitellä, vaikka esitettyjä periaatteita voidaan soveltaa myös näihin tarpeisiin. Julkaisu on tarkoitettu ensisijaisesti kosteikkosuunnittelijoiden käyttöön, mutta se soveltuu hyvin myös suunnittelijoiden koulutukseen. Julkaisu soveltuu alueellisille toimijoille kosteikkojen yleissuunnitteluohjeiston (Karhunen 2007) tueksi laadittaessa alueellisia yleissuunnitelmia. Julkaisu tukee erillisenä julkaisuna SYKEssä laadittavaa 'Maankuivatuksen ja kastelun suunnitteluopasta', jossa kuvataan mm. luonnonmukaisen vesistöarakentamisen periaatteita sekä kosteikkojen kytkemistä osaksi peruskuivatusjärjestelmiä. Julkaisu on siten tarpeellinen lähdekirjallisuutena maankuivatuksen suunnittelijoille, jotka voivat toimia merkittävässä määrin myös kosteikkosuunnittelijoina.

2 Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen tavoitteet ja hyödyt

Keskeinen kosteikkosuunnittelun tavoite on tuottaa ympäristövaikutuksiltaan mahdollisimman monipuolinen (so. monivaikutteinen) kosteikko. Kaikkia ympäristötavoitteita ei kuitenkaan voida samanaikaisesti toteuttaa ja käytännössä kosteikoista muodostuu tavoitteiltaan hyvin erilaisia kosteikoita. Kosteikkosuunnittelussa paikalliset ympäristötavoitteet ja olosuhteet asettavat alkuehdot suunnittelulle. Yleisenä tavoitteena maatalouskosteikkojen suunnittelussa on yhdistää vesiensuojellisia, linnustollisia, maisemallisia ja kalataloudellisia tavoitteita mahdollisimman hyvin.

2.1

Maatalouden vesiensuojelu

Maatalouden vesiensuojelu on keskeisessä asemassa pyrittäessä saavuttamaan vesistöjen hyvä tila sekä sisävesissä että rannikkovesissä. Sisävesien rehevöitymistä säätelee fosfori ja rannikkovesien rehevöitymistä typpi. Maatalousperäinen typpi- ja fosforikuormitus jakaantuvat alueellisesti ($\text{kg km}^{-2} \text{a}^{-1}$) eri tavoin (kuva 1), mikä lähtökohtaisesti johtuu peltoalan maantieteellisestä sijoittumisesta. Pelloilta lähtevään kuormitukseen ($\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) vaikuttaa mm. tuotantosuunta, viljelyn intensiteetti, viljelymenetelmät ja pellon ominaisuudet. Kuormituksen alkuperä ja alueellinen jakaantuminen luo pohjan toimenpiteiden alueelliselle kohdentamiselle, mikä vaikuttaa myös vesiensuojeluun tarkoitettujen rakennettujen kosteikkojen alueelliseen tarpeeseen.

Maataloudessa on käytettävissä suuri joukko vaihtoehtoisia vesiensuojelutoimenpiteitä. Vesiensuojelutoimenpiteeksi rakennetun kosteikon suunnittelulla ja mitoituksella on ratkaiseva merkitys sen ainepoistumiin. Parhaimmillaan kosteikoilla voidaan pidättää tehokkaasti kuivatusvesiä ja maatalousalueiden pieniin uomiin joutuneita ravinteita ja kiintoainesta. Purovesistöihin liittyvillä tulva-alueilla ja kuivatustoiminnassa muutettujen uomien monimuotoisuuden lisäämisellä voidaan lisäksi parantaa maatalousalueiden uomien itsepuhdistuskykyä ennen ravinteiden ja kiintoaineksen joutumista vastaanottaviin vesistöihin.

Terminologiaa

2D-virtausmalli Matemaattinen malli, jolla voidaan laskea veden korkeus ja virtausnopeus sekä virtaussuunta kosteikon eri osissa kosteikon topografian ja tulo-virtaaman perusteella.

Adsorptio Vedessä liuenneessa muodossa esiintyvän fosforin (DRP) kemiallinen sitoutuminen maahiukkasiin.

Denitrifikaatio Mikrobitoiminnan kautta tapahtuva nitraattityypen pelkistyminen kaasumaiseen muotoon.

Desorptio Fosforin vapautuminen maaperästä tai maahiukkasista veteen.

Habitaatti Paikka, jossa eliö elää ja jonka se vaatii elinympäristökseen. Habitaattia luonnehditaan usein vallitsevien biologisten tai fysikaalisten ominaisuuksien mukaan.

Hydraulinen kuormitus Kosteikkoon tuleva vesimäärä suhteessa kosteikon pinta-alaan.

Hydraulinen tehokkuus Kosteikkoveden todellisen viipymän ja nimellisviipymän välinen suhde. Todellista viipymää voidaan mitata merkkiaineen avulla, nimellisviipymä on virtaaman ja kosteikon vesitilavuuden mukaan laskettava viipymä.

Kosteikko Alava luonnontilainen alue, jossa pohjavesi on lähellä maanpintaa ja ajoittainen tulva peittää alueen tai alue on pysyvästi matalan vesikerroksen peittämä. Tyypillisesti kosteikossa kasvaa runsaasti luonnonvaraisia kostean paikan kasveja.

Laskeutusallas Ojan tai puron yhteyteen kaivamalla tai patoamalla tehty vesiallas, jonka pää tarkoituksena on kerätä pelloilta ja ojaverkosta veden mukana liikkeelle lähtenyt maa-ainesta

Lietekuoppa Uomaan tehtävä syvennys, joka toimii karkean pohjakulkeuman pysäyttäjänä.

Maatalouden vesiensuojelukosteikko Patoamalla tai kaivamalla ojan, puron, joen tai muun vesistön osan ja sen ranta-alueen yhteyteen tehty maatalouden vesistökuormitusta pidättävä kosteikko, joka suuren osan vuodesta on veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana.

Monivaikutteinen kosteikko Toimii kiintoaineiden ja ravinteiden pidättäjänä, eliöstön ja linnuston elinympäristönä, viljelymaiseman monipuolistajana, tulvien pidättäjänä, kasteluveden varastona, metsästysalueena ja/tai virkistysalueena.

Reduktio Aineiden pidättyminen kosteikkoon. Reduktio lasketaan kosteikkoon tulevan ja sieltä lähtevän ainemäärän erotuksena. Se voidaan ilmoittaa absoluuttisena ainemääränä (kg), ainemääränä kosteikon pinta-alaa kohden (kg/m²) tai osuutena tulevasta kuormituksesta (%).

Resuspensio Kosteikon pohjalla olevan kiintoaineiden irtoaminen ja kulkeutuminen, jota voi aiheuttaa voimakas veden virtaus tai voimakkaan tuulen aikaansaama aallokko.

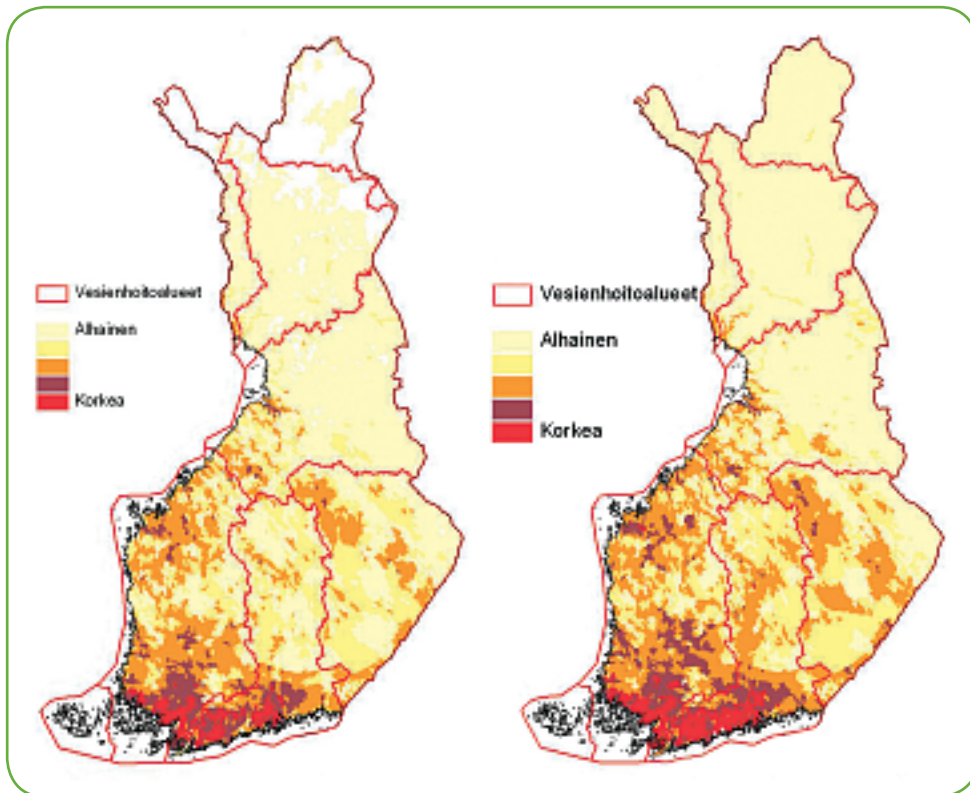
Sedimentaatio Kiintoaineiden ja siihen sitoutuneiden ravinteiden laskeutuminen kosteikon pohjalle

Suojavyöhyke Pellolle järven, joen, puron tai valtaojan varrelle perustettu heinämäisen kasvillisuuden peittämä, ympäristötuen määrittelyn mukaan väh. 15 m:n levyinen alue.

Tulva-alue Uoman ympäristöön ylivirtaamien aikaan muodostuva veden peittämä alue, kun virtaama ylittää uoman vedenjohtokyvyn.

Valuma-alue Vesistöön tulevan valumaveden kerääntymisalue. Pintaveden ja pohjaveden valuma-alueet ja vedenjakajat voivat erota toisistaan.

Viipymäaikajakauma Kosteikkoon tietyllä ajanhetkellä tulevan veden eripituisten viipymäaikojen jakauma.



Kuva 1. Maatalouden typpi- ja fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen ($\text{kg N km}^{-2} \text{a}^{-1}$). Alueellinen kuormitus riippuu voimakkaasti peltoalan osuudesta. Lähde: Tattari 2006 (julkaisussa SYKEra22/2006)

2.2

Maaseutumaisema

Maatalousalueiden uomilla ja niihin liittyvillä vesipinnoilla kasvillisuusvyöhykkeineen on keskeinen merkitys osana maaseutumaiseman vaihtelevuutta ja kiinnostavuutta. Monimuotoisuuden lisääminen kuuluu osana maatalousalueiden uomien maisemanhoitoon ja purovesistöjen ja kuivatusojien hoitoperiaatteisiin. Maisemasuunnittelun ja maisemanhoidon avulla voidaan yhdistää vesiensuojelutoimenpiteiden toteutuksen tekniset vaatimukset ja luonnon monimuotoisuuden lisäämismahdollisuudet siten, että samalla muodostuu uusia maisemallisia arvoja. Kosteikkojen perustamisen merkittävin maisemallinen hyöty on uusien vesiaiheiden aikaansaaminen muutoin yksipuoliseen peltomaisemaan (kuva 2).

2.3

Luonnon monimuotoisuus

Kosteikkojen perustaminen käytännössä palauttaa maatalousmaisemasta hävinnyttä monimuotoisuutta ja lisää tulva-alueiden määrää ja pinta-alaa. Luonnon monimuotoisuuden kannalta on perusteltua luoda paitsi riittävän useita, myös kasvistoltaan, eliöstöltään ja rakenteeltaan mahdollisimman monipuolisia kosteikoita. Kosteikot luovat viljelyalueelle vesi- ja rantalinnuille soveltuvia elinympäristö- eli habitaattilaikkuja. Kosteikkojen palauttaminen tai rakentaminen luo mahdollisuuden useiden eläinten ja kasvien palautumiselle alueelle. Linnut asuttavat tai ottavat pesimä- tai ravinnon hankintakäyttöön uudet elinympäristöt, joissa on sopivaa ravintoa saatavilla. Kosteikkojen yhteyteen perustetut tulva-alueet suosivat mm. kahlaajia. Viljelyalueilta

tulevan veden ajoittain korkea ravinnepitoisuus mahdollistaa suurenkin biologisen tuotannon, joka käynnistyy nopeasti planktisten levien toimesta. Hyönteiset ja mm. lintujen mukana leviävistä lepomunista kuoriutuvat vesikirput asuttavat nopeasti uudet, pienetkin vesihabitaatit. Vesikasvien leviäminen, jota voi nopeuttaa siirtoistutuksilla, täydentää kosteikkojen ravintoketjua.

Vesi- ja rantalinnut ovat näkyvä osa kosteikkojen ja altaiden ravintoketjua. Niiden tiheys voi nousta merkittäväksi, koska tuotanto on korkea ja kosteikot ovat usein kalattomia tai vähäkalaisia. Kalojen aiheuttaman ravintokilpailun puuttuminen tai vähäisyys koituu lintujen hyväksi. Linnut soveltuvat hyvin hyödyntämään kosteikkojen tuotantoa, koska lyhytaikaiset, biologiseen toimintaan (happi, pH) ja huuhtoutuman huippuihin liittyvät vedenlaadun vaihtelut eivät vaikuta niiden esiintymiseen. Vihdissä v. 1998 valmistuneella, 0,6 ha:n kokoisella Hovin kosteikolla (kuva 2) pesi jo altaan rakentamisvuotena kolme vesilintulajia, minkä lisäksi siellä tavattiin muuttoaikoina levähtämässä useita kahlaaja- sekä varpuslintulajeja, joita yhtenäisellä peltoaukealla ilman kosteikkoa ei olisi vastaavassa määrin havaittu (Puustinen ym. 2001). Kosteikon olemassaolosta hyötyviä pesimälintuja oli yli 10 lajia. Kosteikkoa käyttivät ruokailualueena useat lähistöllä pesivät lajit, mm. nuolihaukka ja kurki sekä muuttavat linnut, erityisesti kahlaajat, niittykirvinen, västäräkit ja pajusirkku. Etelä-Suomen viljelyalueilla tavataan keskimäärin runsaat 30 lintulajia, joista 6–8 on varsinaisia peltolintuja (Mikkola-Roos & Yrjölä 1994, Tiainen & Pakkala 2000).

Vuonna 2001 valmistunut Tuusulan Rantamon kosteikko (ks. kuva 14) on muodostunut vuosien 2001–2003 linnuston seurantatietojen (Kaj Karlsson, kirjallinen ilmoitus) perusteella merkittäväksi lintujen pesimäpaikaksi ja muuton aikaiseksi levähdysalueeksi. Vuosina 2002–2003 kosteikkoalueella pesi 20 lintulajia ja 94–100 lintuparia. Pesimälajeista seitsemän oli vesilintuja, neljä kahlaajalintuja, kolme lokkilintuja ja kuusi varpuslintuja. Kosteikkoalue on muodostunut yhdeksi Keski-Uudenmaan tärkeimmistä lokkilintujen pesimäpaikaksi. Alueella on pesinyt enimmillään naurulokkeja 150 paria (v. 2004) ja kalatiiroja 17 paria (v. 2003). Pesimälajiston lisäksi 50 muuta lajia hyödyntää kosteikkoa muutonaikaisena tai pesimäaikaisena ruokailualueena. Muuttoaikoina kosteikolla on havaittu enimmillään kerrallaan yli 1 600 kahlaajaa, pääosin liroja ja suokukkoja. Vaativista kosteikkolajeista aluetta hyödyntävät mm. harmaahaikara, harmaasorsa, ruskosuohaukka, kalasääski ja kurki. Rantamon kosteikko on vesi- ja lokkilinnuille suotuisa mm. siksi, että se sijaitsee alavalla peltoalueella aivan Tuusulanjärven rannassa.



Kuva 2. Vihdissä sijaitseva maatalouden vesiensuojelukosteikko (Hovin kosteikko) osana peltomaisemaa. Kosteikko toteutettiin Life-VIHTA-projektissa esitellykosteikoksi (Puustinen ym. 2001), jonka puhdistusprosesseja ja vaikutuksia tutkittiin PRIMROSE-hankkeessa (Koskiaho 2006). Kuva: Maarit Puumala.

Hovin ja Rantamon lintuseurannan tulosten perusteella vesiensuojelukosteikot kasvattavat peltoalueiden linnuston yksilö- ja lajimäärää. Ne lisäävät viljelyalueen monimuotoisuutta tarjoamalla elinympäristön vesikasveille ja -hyönteisille sekä niitä syöville linnuille. Ne edistävät myös riistanhoitoa tarjoamalla vesilinnuille pesimä- ja ruokailupaikkoja.

2.4

Kalatalouden edistäminen

Kalaston esiintyminen maatalousalueilla virtaavissa joki- ja purovesistöissä on konkreettinen syy edistää maatalouden vesiensuojelutoimenpiteitä ja toteuttaa kosteikko- ja purojen ja valtaojien yhteyteen. Useimmissa maatalousalueiden läpi virtaavissa jokivesistöissä ja myös suoraan mereen laskevissa puroissa esiintyy meritaimenta luontaisesti lisääntyvinä kantoina. Kun meritaimenen istutustoiminta on ollut heikkenemässä, on luonnonkannoille tullut erityinen merkitys Itämeren meritaimenen suojelussa. Myös sisämaassa maatalousalueiden puroissa voi esiintyä taimenta. Lisäksi maatalousalueiden vesistöissä on monia keväisin kudulle nousevia kalalajeja ja monissa puroissa esiintyy tai on esiintynyt myös rapuja. Pienilläkin purovesistöillä on mm. suojapaikkojen runsauden takia usein huomattava merkitys poikastuotannolle laajemman vesistön kannalta, vaikka kalastusta tai ravusta ei välttämättä itse puroissa harrastettaisikaan. Kalataloudellisia kunnostuksia ollaan suuntaamassa perinteisten koski- ja järvikunnostusten lisäksi purokunnostuksiin myös maatalousalueilla. Maatalousalueiden uomien rakenteen monipuolistamista kalaston kannalta tulisi edistää siinä yhteydessä, kun suunnitellaan vesiensuojeluun painottuvia toimenpiteitä.

Rakennettaville kosteikoille voi muodostua merkitystä kalaston ja rapujen uusina elinpaikkoina. Lähinnä poikaskasvatusta voidaan harjoittaa kosteikoissa luonnonravintoon perustuen. Purovesistöiksi luokiteltavissa vesistöissä on patorakenteita suunniteltaessa turvattava vesistön alkuperäisen kalaston liikkumismahdollisuudet luonnonmukaisilla kynnyksillä tai ohitusuomilla. Toisaalta rakenteiden suunnittelussa voidaan ottaa huomioon mahdollinen kalojen ja rapujen kasvattaminen, mm. kosteikon tyhjentämismahdollisuus.

2.5

Valuma-alueen vesitalous ja tulvien hallinta

Maatalouden kuivatustoiminta on lisännyt joki- ja purovesistöjen ylivirtaamia ja tulvimistaipumista alajuoksulla, kun tulva-alueet ovat vähentyneet ja uomien vedenjohtokykyä on kasvatettu. Uomien suoristukset ja ylivirtaamien lisääntyminen ovat lisänneet myös uomaeroosiota. Valumasuhteita voidaan tasapainottaa rakentamalla kosteikkoja ja palauttamalla tulva-alueita, jotka varastoivat tulvavirtaamia tulvan nousuvaiheessa. Tämä leikkaa valuma-alueen virtaamahuippuja ja pienentää alapuolisen vesistön tulvimistaipumusta alueilla, joilla peltojen osuus on huomattava. Melko vähäiselläkin kosteikkojen määrällä voidaan vaikuttaa pienten valuma-alueiden hydrologiaan. Laajat tulva-alueet ovat tehokkaita ylivirtaamien pidättäjiä ja niillä on mahdollista vaikuttaa suurempienkin vesistöjen käyttäytymiseen.

Kosteikkojen ja tulva-alueiden säännöstelyvaikutus ja maaperästä hitaasti tihkuva vesi kasvattavat kesäkauden alivirtaamia, mikä parantaa mm. kasteluveden saataavuutta ja uomien merkitystä vesieliöille. Kosteikkojen perustaminen ja kuivatus-tarpeen keventäminen koko uomaverkostossa vähentää pitkällä aikavälillä uomien perkaustarvetta.

3 Kosteikkojen ominaispiirteet ja puhdistusmekanismit

Maatalouden vesiensuojelukosteikkoihin puhdistettavaksi tuleva ravinnekuormitus koostuu tavallisesti matalista pitoisuuksista ja suurista vesimääristä. Vuodenaikojen vaikutus veden lämpötilaan ja hydrologiaan on erittäin suuri. Pääosa vuoden valunnasta tapahtuu muutaman viikon aikana syksyllä ja keväällä. Kesällä virtaamat ovat hyvin pieniä poikkeuksellisten sääilmiöiden aiheuttamia virtaamia lukuun ottamatta. Vastaavasti lämpötilat ovat runsaiden virtaamien aikaan matalia ja pienten virtaamien aikaan korkeita. Kosteikkojen tehokkaan toiminnan kannalta tilanne pitäisi olla juuri päinvastoin. Maatalouden valumavesiä varten rakennettavissa kosteikoissa vedenpuhdistusmekanismit harvoin toimivat tehokkaimmalla mahdollisella tavalla. Esim. jätevesiä käsittelevissä kosteikoissa, joihin tulevan kuormituksen määrä, laatu ja ajallinen jakautuminen useimmiten tiedetään etukäteen, aineiden pidätyminen on huomattavasti tehokkaampaa.

Maatalouskosteikkojen suunnittelukriteeristö perustuu keskimääräisiin sääoloihin ja hydrologisiin ilmiöihin. Yläpuolisen valuma-alueen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa välillisesti kosteikkopaikan valinnalla ts. hakemalla valuma-alueelta edullisempia olosuhteita kosteikon perustamispaikaksi. Kosteikkojen puhdistusprosessit tapahtuvat virtaavassa vedessä sinä aikana kun vesi viipyy kosteikossa. Mahdollisimman pitkä viipymä parantaa aineiden pidättymistä ja taas äkillinen viipymän lyheneminen tulva-aikana tai muu olosuhteiden muutos esim. hapettomuus voi aiheuttaa kosteikkoon jääneiden aineiden liikkeelle lähtöä. Aineiden kierto vedessä on kosteikoille hyvin ominaista vaihtelevissa hydrologisissa olosuhteissa. Pysyvää nettohyötyä kosteikoissa saadaan aikaiseksi luomalla kosteikkoon olosuhteita, joissa aineita pidättyy ja estämällä olosuhteita, joissa aineet lähtevät kosteikosta uudestaan liikkeelle. Kiintoaine, partikkelimainen fosfori ja liukoinen fosfori varastoituvat kosteikkoon, josta ne olosuhteiden muuttuessa voivat lähteä liikkeelle. Ilmaan kaasumaisena vapautuva typpi poistuu pysyvästi kosteikon ainekierrosta.

Kosteikot kehittyvät niihin luotujen ominaisuuksien perusteella hyvin erilaisiksi ekosysteemeiksi. Kasvillisuuden lajirunsaus muodostuu kasvien kasvupaikkavaatimusten, vesisyvyiden ja sen vaihtelevuuden mukaan (ks. taulukko 6). Syvimmat vesialueet jäävät avovesialueeksi vaille kasvillisuutta ja matalat vesialueet tulevat melko pian perustamisensa jälkeen kokonaan kasvillisuuden peittämäksi. Avonaisessa maastossa kosteikko kehittyy erilaiseksi kuin metsässä, koska varjostus vähentää vesikasvien kasvua. Veden viipymä riippuu kosteikon suhteellisesta koosta (so. kosteikon pinta-ala/valuma-alueen pinta-ala) ja kosteikon hydraulisesta tehokkuudesta. Kosteikossa esiintyvä lajirunsaus edellyttää monimuotoisia elinolosuhteita esim. vaihtelevaa vesisyvyyttä, niemekkeitä, muuttuvaa rantaviivaa jne. Pinta-alaltaan laajakin kosteikko voi olla hyvin monotoninen. Vesien luontaista puhdistumista tapahtuu kaikentyyppisissä kosteikoissa fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien kautta.

3.1

Kiintoaineiden laskeutuminen ja resuspensio

Kiintoaineiden laskeutuminen kosteikon pohjalle (sedimentaatio) on erittäin tärkeä vedenpuhdistusmekanismi suomalaisissa maatalouskosteikoissa. Valtaosa pelloilta tulevasta fosforista on sitoutunut kiintoaineeseen ja sen sedimentoitua laskeutuu myös siinä oleva fosfori. Veden viipymän merkitys on hyvin suuri sedimentaation

kannalta; mitä pidempi viipymä, sitä enemmän ja sitä hienompina jakeina kiintoainesta laskeutuu kosteikkoon. Kiintoainesta pidättyy myös tarttumalla kosteikon kasvillisuuteen.

Laskeutusaltaissa sedimentaatio on ainoa toimiva prosessi, mutta vain jos valuma-alueen maalaji on riittävän karkeaa tai –kuten norjalaisissa tutkimuksissa on havaittu – jos savihiukkaset muodostavat nopeammin laskeutuvia aggregaatteja. Kotimaisissa tutkimuksissa kiintoainepoistumat laskeutusaltaissa ja viipymältään pieniksi mitoitetuissa, savialueille rakennetuissa kosteikoissa ovat jääneet hyvin pieniksi. Tämä johtuu saviaineksen hyvin hitaasta laskeutumisesta, jota ei ehdi tapahtua pienissä altaissa (ks. taulukko 7).

Kun kosteikko mitoitetaan keskimääräisen kevytylivirtaaman (MHQ) tai sitä pienemmän virtaaman mukaan, siihen sisältyy resuspensio- eli uudelleen liikkeelle lähdön riski mitoitusvirtaamaa suuremmissa virtaamatilanteissa. Valtaojen mitoitusvirtaamana käytetty kerran kahdessakymmenessä vuodessa tapahtuva ylivirtaama (HQ1/20) on 1,9 kertaa suurempi kuin keskimääräinen kevytylivirtaama (MHQ). Näin suuri virtaama aiheuttaisi keskimääräiselle kevytylivirtaamalle mitoitetussa kosteikossa resuspensiota ja kiintoainetta poistuisi kosteikosta hetkellisesti suuria määriä.

3.2

Liunneen fosforin adsorptio ja desorptio

Kosteikkoon tulevassa vedessä liunneessa muodossa esiintyvän fosforin (DRP) kemiallinen sitoutuminen (adsorptio) kosteikossa oleviin maahiukkasiin perustuu maan ja veden väliseen fosforin tasapainotilaan. Veden DRP-pitoisuuden ylittäessä maa-ainekselle ominaisen fosforin tasapainopitoisuuden fosforia pidättyy, kun taas veden DRP-pitoisuuden ollessa maaperän tasapainopitoisuutta matalampi fosforia vapautuu maaperästä kosteikon veteen. Tämän vuoksi tulisikin suosia kosteikon sijoittamista paikkaan, johon tulevan veden DRP-pitoisuus olisi mahdollisimman korkea ja maaperän fosforipitoisuus mahdollisimman matala.

Adsorptio toimii sitä tehokkaammin, mitä enemmän kosteikon maaperässä tai veteen sekoittuneessa kiintoaineksessa on vapaata, fosforilla kyllästymätöntä rautaa ja alumiinia. Myös kosteikon happitilanne säätelee adsorptiota siten, että hapellisissa oloissa pidättyminen on tehokkaimmillaan kun taas hapettomuuden vallitessa maaperän rautaoksideista alkaa vapautua fosforia. Em. tekijöiden ollessa adsorptiolle suotuisat riippuu kosteikon DRP:n pidätyskyky lähinnä viipymästä; mitä pidempi viipymä, sitä enemmän fosforia ehtii kosteikkoon pidättyä. Koska maaperän rauta- ja alumiinivarannot ovat rajallisia, on todennäköistä, että adsorption kautta tapahtuva fosforin pidättyminen heikkenee kosteikon käyttöään kasvaessa.

3.3

Typen denitrifikaatio

Denitrifikaatiota eli mikrobitoiminnan kautta tapahtuvaa nitraattitypen pelkistymistä kaasumaiseen, ilmakehään haihtuvaan muotoon pidetään yleisesti merkittävimpana typenpoistoprosessina kosteikoissa. Toisin kuin adsorptiossa pidättynyt fosfori, ei denitrifikaation kautta pidättynyt tyyppi jää kosteikkoon vaan poistuu pysyvästi. Siten kosteikon kyky poistaa tyypeä on periaatteessa rajaton. Denitrifikaatiota säätelevät lämpötila, orgaanisen aineksen määrä kosteikossa, tulevan veden nitraattitypen pitoisuus ja happiolosuhteet. Mitä enemmän orgaanista ainetta, mitä korkeampi nitraattipitoisuus ja mitä lämpimämmät olosuhteet kosteikossa ovat, sitä tehokkaammin

denitrifikaatio toimii. Pitkä viipymä on siten erityisen tärkeä tekijä, koska Suomen olosuhteissa pääosa kuormituksesta ajoittuu juuri kylmiin jaksoihin. Myös kosteikon sijoittamiseen tulevan veden pitoisuuksia silmälläpitäen pätee sama kuin mitä edellä todettiin fosforinpidätyksen ja DRP:n osalta; kosteikko kannattaa sijoittaa paikkaan, johon tulevassa vedessä nitraattipitoisuudet ovat korkeat.

3.4

Ravinteiden biologinen kulutus

Usein uskotaan vesien puhdistuvan kosteikoissa pitkälti kasvillisuuden ravinteidenoton kautta. Kasvillisuuden kuluttama ravinnemäärä kosteikossa saattaakin olla kasvukauden aikana melko suuri, mutta vuositasolla nettomääräistä ravinteiden pidättymistä rajoittaa makrofyttikasvillisuuden lakastumis- ja hajoamisvaiheessa tapahtuva ravinteiden vapautuminen takaisin veteen. Sen sijaan juuristoon ja puumaiseen kasvillisuuteen varastoituvat ravinteet eivät lähde vuosittain liikkeelle, mikä merkitsee ravinteiden pidättymistä erityisesti kasvillisuuden ekspansiivisessä vaiheessa. Kosteikoissa kasvillisuuden kautta tapahtuvaa ravinteiden poistoa voidaan tehostaa niittämällä ja poistamalla kasvimassaa kosteikosta säännöllisesti.

3.5

Monimuotoisuus ja puhdistusmekanismit

Tehokas denitrifikaatio edellyttää osin vastakkaisia olosuhteita kuin fosforin adsorptio. Kun adsorptio on tehokkaimmillaan runsashappisissa oloissa, denitrifikaatio vaatii osittaista hapettomuutta. Lisäksi denitrifikaatiossa välttämätön orgaaninen aines on rauta- ja alumiinipitoisuudeltaan köyhää, mikä taas heikentää fosforin adsorptiota. Pienet, ominaisuuksiltaan homogeeniset laskeutusaltaat eivät voi siis teoriassakaan pidättää samanaikaisesti sekä typpeä että fosforia tehokkaasti. Kosteikkojen suunnittelussa tulisikin tähdätä – ei vain maiseman ja luonnon monimuotoisuuden takia vaan myös puhtaasti vesiensuojelullisista syistä – monimuotoiseen, erityyppisiä kosteikkoelementtejä sisältävään lopputulokseen. Toivottua vaihtelevuutta saadaan aikaan syvyysuhteiden, kasvillisuuden ja rantaviivan erilaisilla toteuttamisratkaisuilla (ks. luku 6.2).

Vaikka aiemmin todettiin kasvillisuuden ravinteidenoton kautta tapahtuvan veden puhdistumisen suhteellisen vaatimattomaksi, on syytä korostaa monimuotoisen ja elinvoimaisen kasvillisuuden epäsuoria, vedenpuhdistusprosessien toiminnalle positiivisia vaikutuksia. Esimerkiksi n. 2 m korkeiksi kasvavat osmankäämit ja järviruo'ot tuottavat juuristonsa kautta runsaasti fosforin pidättymiselle tärkeää happea kosteikon pohjalle. Samanaikaisesti muodostuu muuten vähähappiseen sedimenttiin denitrifikaatiolle välttämättömiä, mikroskooppisia hapellisen ja hapettoman tilan rajapintoja. Kosteikon tulouomassa ja loppuosassa tiheänä kasvava kaislikko on puolestaan omiaan siivilöimään kiintoainepartikkeleita kosteikon läpi virtaavasta vedestä.

4 Monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelu ja rahoitusmahdollisuudet

4.1

Alueellinen yleissuunnittelu

Vesiensuojelun suunnittelua ohjaa EU:n vesipuitedirektiivin (VPD) ja sen pohjalta annetun vesienhoitolain toteuttaminen. Tulvadirektiivin mukaisissa tulvanhallintasuunnitelmissa tulee lisäksi ottaa huomioon tulvan pidättäminen ja viivyttäminen valuma-alueella. Keinot yleisen tavoitteen eli vesistöjen hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi määritellään tarkemmin alueellisissa vesienhoitosuunnitelmissa. Maatalouden vesiensuojelu on vesiensuojelun painopiste useilla vesienhoitoalueilla. Itämeren tilan parantamisessa tarvitaan sekä kansainvälisiä ja etenkin rannikkovesien tilan kannalta kansallisia vesiensuojelutoimenpiteitä. Veden kemiallisen laadun lisäksi kiinnitetään jatkossa huomiota myös esim. kuivatustoiminnassa muutettujen joki- ja purovesien rakenteellisen ja ekologisen tilan parantamiseen.

Kosteikkojen yleissuunnittelun tavoitteena on tarkastella erityisesti kosteikkojen mahdollisuuksia parantaa ja edistää alueen luonnontilaa. Tarkasteltaviksi tulevat myös mahdollisuudet tasapainottaa valuma-alueen virtaamasuhteita ja viivyttää tulvavesiä. Yleissuunnitelmissa arvioidaan alueellisia ja myös paikallisia vesiensuojelu- ja muita ympäristötarpeita, niiden kiireellisyyttä sekä tutkitaan kosteikkojen perustamisedellytyksiä ja mahdollisuuksia. Oleellista yleissuunnitteluvaiheessa on hahmottaa kunkin suunnittelualueen paikalliset olosuhteet, vaihtoehtoisten ympäristötoimenpiteiden toteuttamiskelpoisuudet ja määritellä monivaikutteisten kosteikkojen tarpeet (Karhunen 2007). Yleissuunnittelun pohjalta on mahdollista markkinoida kosteikkoja ja ohjata niiden rahoitusta. Kokonaistilanteen arvioiminen edistää merkittävästi kosteikkojen kohdentamista ao. alueella. Yleissuunnitteluprosessissa ei tehdä yksityiskohtaisia kosteikkosuunnitelmia.

4.1.1

Maatalouden vesistökuormituksen paikallistaminen ja vähentämismahdollisuudet

Maatalouden vesistökuormitusta alentavien toimenpiteiden valinta ja kohdentaminen tulee perustua selvään käsitykseen valuma-alueen kuormituksesta, sen muodostumisesta ja jakautumisesta erilaisille pelloille. Tämä koskee kaikkia toimenpiteitä, niin pelloilla toteutettavia käytännön toimia, suojavyöhykkeitä kuin kosteikoitakin.

Maatalouden aiheuttama vesistökuormitus muodostuu peltojen eroosiosta, peltoviljelyn typpi ja fosforikuormituksesta ja karjatalouden suorista typpi ja fosforipäästöistä, lähinnä lantavarastoista ja jaloittelutarhoista. Peltoviljelyn typpi ja fosforikuormitukseen sisältyy karjalannan lannoitekäytön vaikutus. Keskimäärin pelloiltamme eroosion seurauksena lähtee liikkeelle 600 kg maa-ainesta ja 0,73 kg kiintoainekseen sitoutunutta partikkelifosforia hehtaarilta vuodessa (taulukko 1). Liukoista fosforia (DRP) huuhtoutuu keskimäärin 0,44 kg, kokonaistyyppiä 18,3 kg ja nitraattityyppiä 12,6 kg hehtaarilta vuodessa. Kuormitusluvut perustuvat VIHMA-malliin (Puustinen ym. 2007) ja vastaavat pienten valuma-alueiden pitkäaikaisiin seurantoihin perustuvia kuormituslukuja (Vuorenmaa ym. 2003).

Peltojen aiheuttama vesistökuormitus liikkuu salaojavesien ja pintavalunnan mukana. Karkeasti ajatellen kiinteä maa-aines ja partikkelimaiset ainekset liikkuvat pintavalunnan mukana ja liukoiset ravinteet sekä pintavalunnassa että salaojavalunnassa. Maa-ainesta kulkeutuu myös salaojavalunnassa varsinkin ensimmäisten sateiden aikana kuivien jaksojen jälkeen, jos maa on voimakkaasti halkeillut. Eroosio ja partikkelifosforin huuhtoutuminen painottuvat kalteville pelloille. Niiden osuus kokonaiskuormituksesta on jyrkimmillä pelloilla kolminkertainen pinta-alaosuutensa verrattuna. Tasaisilta pelloilta eroosion ja partikkelifosforin kuormitus jäävät pinta-alaosuuttaan pienemmäksi. Liukoisten ravinteiden huuhtoutumiseen peltojen kaltevuus ei juurikaan vaikuta. Pellon käyttö, erityisesti maan muokkaus lisää voimakkaasti eroosiota ja partikkelifosforin huuhtoutumaa.

Kokonaiskuormitus riippuu peltoalasta, peltojen ominaisuuksista ja pellon käyttötavoista ja siten alueelliset erot voivat olla hyvin suuria. Pellon pinta-alayksikköä (ha) kohden kuormitus eri alueilla on samanlaista, mikäli kuormituksen taustatekijät ovat verrannollisia. Kuormituksen epätasainen ajallinen jakautuminen hydrologisen kierron seurauksena aiheuttaa suuria haasteita vaihtoehtoisille toimenpiteille. Kuormituksesta noin 90 % tapahtuu kasvukauden ulkopuolella ja siten huomio ympäristötoimenpiteiden osalta täytyy kiinnittää kuormittaviin vuodenaikoihin, syksyyn, kevääseen ja tulevaisuudessa myös ilmaston muutoksen aiheuttamiin leutoihin talviin.

Maatalouden vesistökuormituksen vähentämiskeinot voidaan jakaa pelloilla tehtäviin ja peltojen ulkopuolisiin toimenpiteisiin. Esim. lannoitteiden käytön vähentäminen, lannan käytön ajallinen ja paikallinen suunnittelu, muokkauksen keventäminen ja ympärivuotisen kasvipeitteisyyden lisääminen kohdentuvat peltoon ja siten vaikuttavat suoraan pellolta lähtevään kuormitukseen. Suojakaistat ja -vyöhykkeet toimivat kuormituksen puskurina pellon reuna-alueella ja kosteikot pidättävät pellon ulkopuolelle valtaosin ja purovesistöihin päässyttä kuormitusta. Kaikille vesistökuormitusta pienentävien toimenpiteiden tehokkuudelle on olemassa reunaehtonsa.

Pelloilla tehtävistä toimenpiteistä kuormitusta pienentää tehokkaimmin syyskynnöistä luopuminen kaltevimmilla pelloilla, siis siellä missä kuormitus on alkujaankin ollut suurinta. Hyöty kasvaa siirtymällä mahdollisimman pitkälle kohti pysyvää kasvipeitteisyyttä. Tasaisilla pelloilla samat toimenpiteet alentavat typpikuormitusta, mutta eroosio ja partikkeli P:n kuormitus alenevat vain hyvin vähän.

Suojavyöhykkeiden vaikutus eroosioon ja partikkelifosforiin on suurin myös jyrkillä pelloilla. Suojavyöhykkeen vaikutus rajoittuu kuitenkin lähinnä suojavyöhykkeen alle jäävään pellon osa-alueeseen. Muun peltoalan valumavesiä suojavyöhykke puhdistaa vain vähän. Tästä johtuu, että tasaisilla pelloilla suojavyöhykkeet eivät juurikaan alenna ravinnekuormitusta (taulukko 2).

Taulukko 1. Keskimääräisiä kuormituslukuja ($\text{kg ha}^{-1} \text{v}^{-1}$) erilaisilla peltojen kaltevuusluokilla. Lukuihin sisältyy tavanomaiset pellon viljely- ja muokkauskäytännöt (Puustinen ym. 2007).

Kaltevuusluokka %	Eroosio	Partikkeli P	DRP	N tot	N nit
Alle 0,5	280	0,40	0,44	18,3	12,6
0,5 – 1,5	450	0,51	0,44	18,3	12,6
1,5 – 3,0	790	0,77	0,44	18,3	12,6
3,0 – 6,0	1280	1,66	0,44	18,3	12,6
Yli 6,0	1970	2,90	0,44	18,3	12,6
Keskimäärin	600	0,73	0,44	18,3	12,6

Taulukko 2. Suojavyöhykkeen (15 m) vaikutus eroosioon ja partikkeli fosforin (PP) huuhtoutumaan ($\text{kg ha}^{-1} \text{v}^{-1}$) keskimääräisellä peltokuvioilla eri kaltevuusluokissa ja muokkauksikäytännöissä (Puustinen ym. 2007).

Suojavyöhyke/ Pellon muokkaus	Eroosion väheneminen $\text{kg ha}^{-1} \text{v}^{-1}$			PP:n väheneminen $\text{kg ha}^{-1} \text{v}^{-1}$		
	Kaltevuusluokka %			Kaltevuusluokka %		
	1,5-3,0	3,0-6,0	Yli 6,0	1,5-3,0	3,0-6,0	Yli 6,0
Syyskylvö	180	370	680	0,16	0,55	1,21
Kultivointi syksyllä	145	300	560	0,13	0,48	1,11
Sänkimuokkaus syksyllä	110	240	440	0,10	0,38	0,85
Syysvilja	130	260	490	0,12	0,41	0,91
Sänki	110	160	220	0,11	0,23	0,43
Suorakylvö	50	90	165	0,11	0,18	0,31

Kosteikkojen vaikutukset kohdistuvat aina suuremman peltoalueen kuormitukseen. Perustamispaikan sijainnista riippuu se, kuinka lähelle kuormittavia peltoja kosteikko voidaan perustaa. Useimmissa tapauksissa kosteikoissa käsitellään valumavesiä, jotka ovat pitoisuuksiltaan laimeampia kuin pelloilta lähtevät vedet. Pääsääntöisesti kosteikot kuitenkin ovat tehokkuudeltaan kilpailukykyisiä vaihtoehtoihin ratkaisuihin verrattuna, varsinkin jos ne perustetaan luontaisesti edulliseen paikkaan.

Valuma-alueella eri toimenpiteistä saatava kokonaishyöty riippuu pelkästään niiden kokonaismäärästä ts. kullekin toimenpiteelle todennettujen soveltuvien toteuttamispaikkojen määrästä. Erityisen tärkeää on muistaa, että yksittäiselle menetelmälle ominaista haitta-aineiden pidätystehokkuutta ei voida hyödyntää ellei valuma-alueelta löydy niille sopivia perustamispaikkoja.

4.1.2

Kosteikkojen ympäristövaikutukset ja alueellinen kohdentaminen

Kosteikkojen vaikuttavuutta voidaan tarkastella hankekohtaisesti, vesistökohtaisesti ja alueellisesti. Yksittäinen kosteikko voi vähentää siihen tulevaa kuormitusta jopa 40–60 % (so. reduktio). Saman kosteikon vaikutus valuma-alueella, jos se käsittelee vain pienen osan valuma-alueen vesistä, kutistuu jo murto-osaan kosteikon tehokkuutta kuvaavasta reduktiosta. Edelleen laajemmassa alueellisessa tarkastelussa em. kosteikon kokonaisvaikutus olisi enää häviävän pieni.

Rakennettavien kosteikkojen potentiaalista kokonaismäärää ja pinta-alaa voidaan arvioida peltosten ja valuma-alueiden ominaisuuksien perusteella rajaamalla epäedulliset valuma-alueet ja pellot pois. KUTI-tutkimuksen (Puustinen ym. 1994) mukaan koko maan peltoalasta neljäsosalla kuivatusvedet johdetaan joko suoraan vesistöön tai maastoon uomattomaan paikkaan, joissa kummassakaan kosteikkojen toteuttaminen ei ole vesiensuojelutarkoituksessa mahdollista tai järkevää. Jäljellä olevasta peltoalasta noin puolella yläpuolisen valuma-alueen peltoisuus täyttää sille asetetun minimivaatimuksen, vähintään 20 %. Edelleen kun tarkastellaan yläpuolisten valuma-alueiden pinta-alajakaumia, pienimmät valuma-alueet (< 5 ha) peltoineen rajautuvat kosteikkokäsittelyn ulkopuolelle. Tämän perusteella voidaan arvioida Suomessa olevan noin 650 000 ha peltoa, jonka vedet voitaisiin käsitellä kosteikoissa.

Valuma-alueiden kokojakauman (Puustinen ym. 1994) mukaan lähes puolet kosteikoista tulisi olemaan kooltaan 0,3–0,8 ha, noin kolmannes 0,8–2,5 ha ja loput tätä suurempia (taulukko 3). Siten maahamme voitaisiin perustaa kaikkiaan n. 45 000 maatalouskosteikkoa, joiden pinta-ala olisi yhteensä 13 000–26 000 ha. Koko maatalouden tyyppi ja fosforikuormituksesta näillä kosteikoilla voitaisiin pidättää noin 5 %. Alueellinen ja paikallinen merkitys on kuitenkin tätä suurempi, mikä korostaa

kosteikkojen paikallista merkitystä valuma-alueiden kokonaissuunnitelmissa. Em. kosteikkojen perustaminen edellyttäisi patoamalla tehtävien kosteikkojen lisäksi myös massiivikaivuna toteutettavien kosteikkojen huomattavaa määrää.

Yksittäisen kosteikon pinta-alan tarve 1 km²:n valuma-alueella on ympäristötuen suositusten mukaan 1–2 ha. Tämän kokoinen kosteikko on toteutettavissa ja hanke on kustannuksiltaan vielä kohtuullinen. Käytännössä yksittäisen tilan hankkeet voivat olla enintään muutaman hehtaarin kokoisia. Useimmiten ne ovatkin pienehköjä valuma-alueen latvaosille sijoitettuja hankkeita (ks. kuva 5). Pinta-alaltaan 10 km² valuma-alueella kosteikkojen pinta-alatarve kasvaa 10–20 ha:iin. Suurissa hankkeissa tarvitaan jo muitakin toimijoita, esim. kuntaa, paikallista metsästysseuraa, vesiensuojeluyhdistystä tai muita viljelijöitä ja maanomistajia.

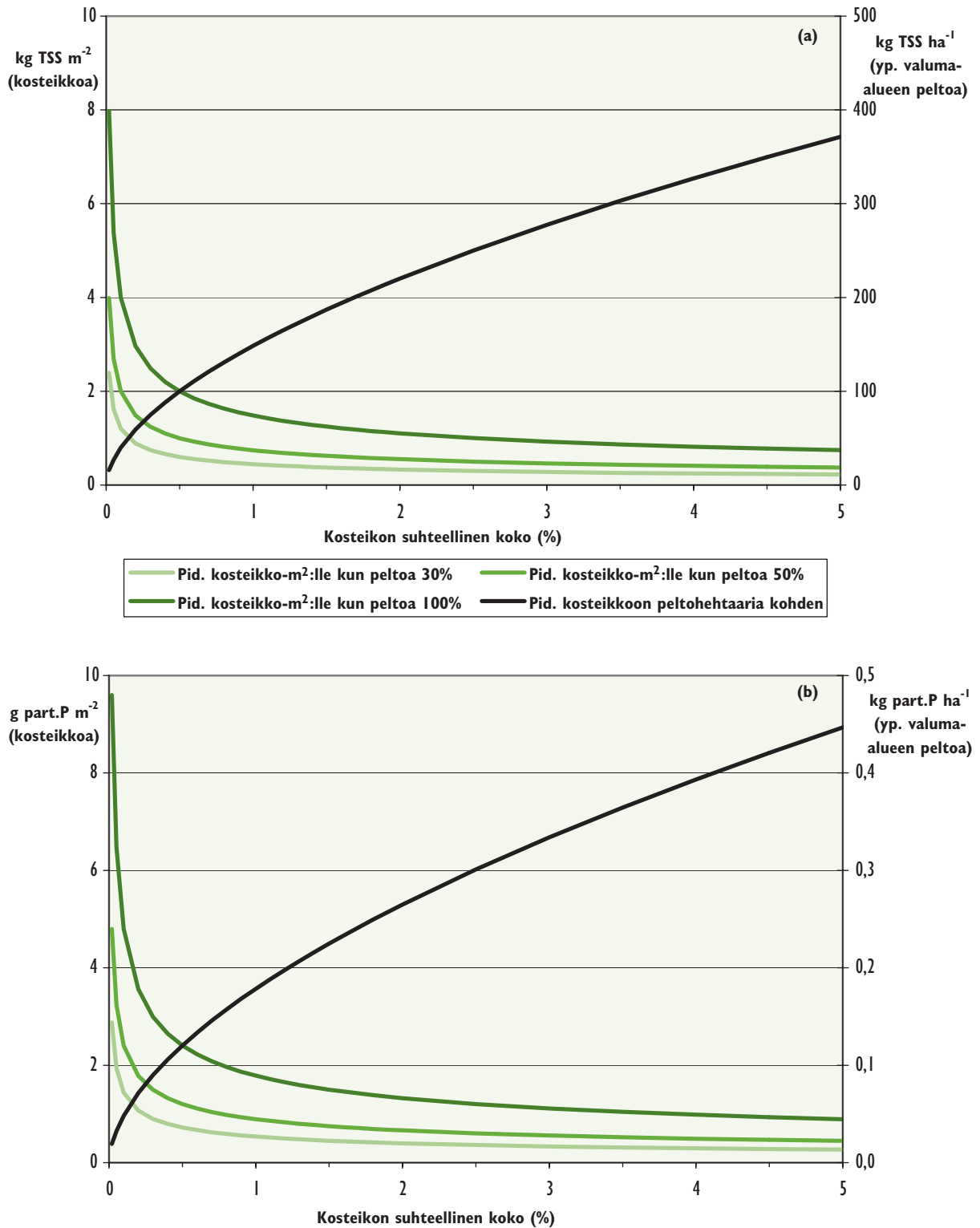
Arvioitaessa kosteikkoja valuma-alueen toimenpiteenä, niitä täytyy vertailla muihin vaihtoehtoihin toimenpiteisiin. Jos kosteikko jouduttaisiin tekemään epäedulliseen maastokohtaan ja se edellyttäisi raskaita kaivu- ja maansiirtotöitä, muut toimenpiteet saattavat nousta vertailussa kosteikkojen ohi. Jos alueelta ei tule maatalouden kuormitusta, kosteikolle ei ole myöskään olemassa vesiensuojelullisia perusteita. Kuviissa 3 ja 4 on esitetty kosteikon suhteellisen koon ja yläpuolisen valuma-alueen peltoisuuden merkitys kosteikkoon jäävään kiintoaineksen ja partikkelimaisen fosforin määrään sekä kosteikon kokonaisvaikutukseen valuma-alueella. Kosteikon pinta-alaa kohden jäävän kiintoaineen ja ravinteiden määrä on maksimaalinen, kun hydraulinen kuorma on korkea eli käytännössä kosteikko on suhteelliselta kooltaan pieni. Tällöin valuma-alueen vaikutukset kuitenkin jäävät vaatimattomiksi. Kosteikkojen tavoitteenahan on pidättää mahdollisimman suuri määrä aineita juuri valuma-alueen peltohehtaaria kohden ja siten alentaa mahdollisimman paljon koko valuma-alueelta tulevaa kuormitusta.

Luonnon monimuotoisuuden kannalta pienten altaiden muodostama ketju uomassa tai entisten maanottopaikkojen (saven- ja mudanottopaikat) kunnostus verkkomaiseksi ratkaisuksi olisi hyvä ratkaisu siellä, missä täysimittaisia kosteikkoja ei voida toteuttaa. Kattava allasketju koko uoman pituudella toimii myös vesiensuojelutarkoituksessa. Kuten yksittäisen kosteikon mitoituksessa, myös allasketjuissa tulisi soveltaa 1–2 %:n mitoitusääntöä siten, että altaiden kokonaispinta-ala täyttäisi tuon vaatimuksen.

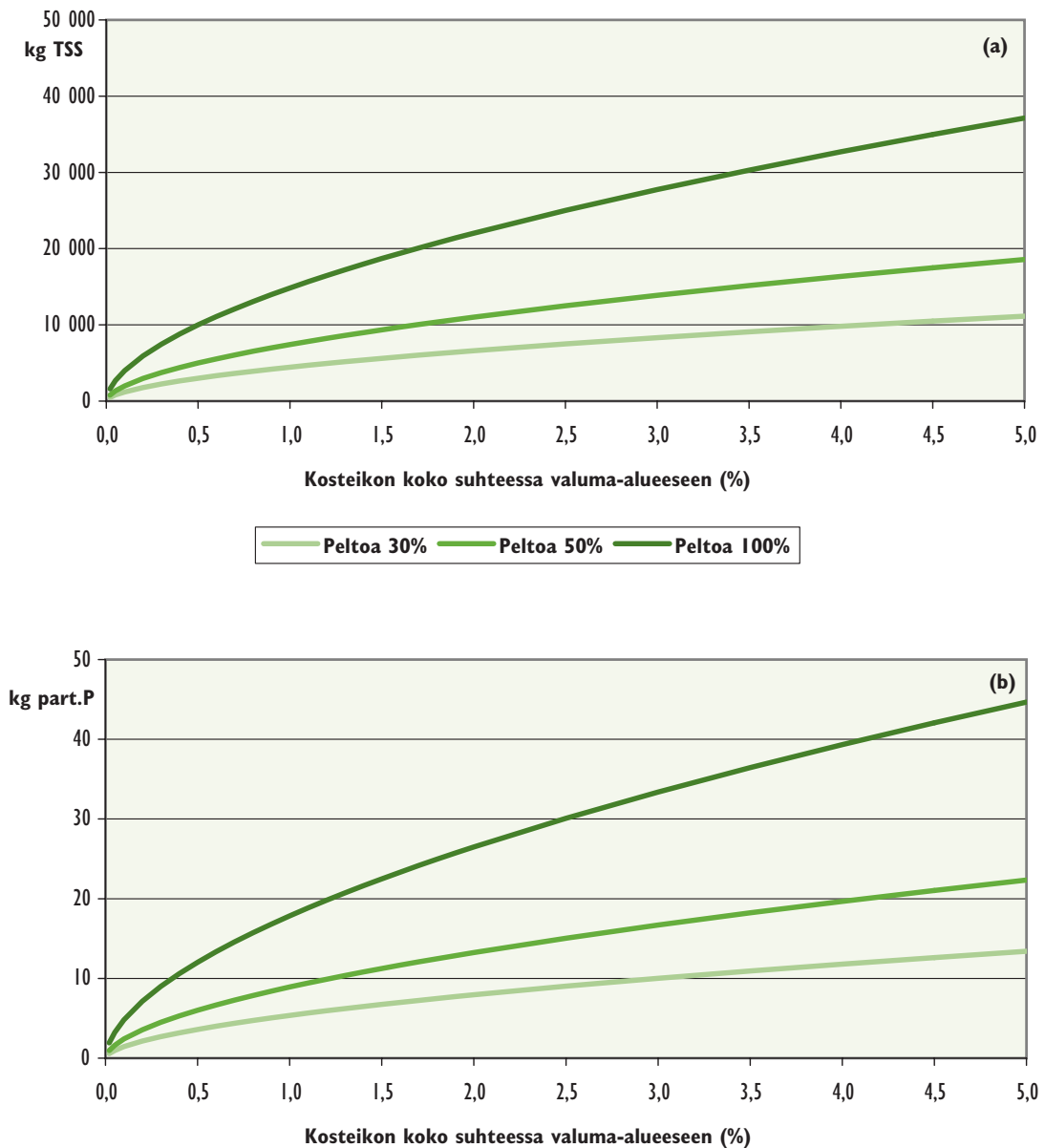
Valuma-alueen koon kasvaessa uomien alajuoksulle päin mentäessä kosteikkojen rakentaminen käy vaikeammaksi. Tällöin kosteikkoja parempi vaihtoehto voisi olla tulva-alueiden palauttaminen. Tulva-alueita muodostuu luontaisestikin silloin, kun virtaamien suuruus ylittää uoman vetokyvyn (ks. kuva 16). Tulva-alueiden perustaminen ei vaadi välttämättä muita toimenpiteitä kuin maankäytön sopeuttamisen tulvan ajoittaiseen esiintymiseen. Perustaminen suojavyöhykkeeksi, jolta mm. heinä voidaan korjata, on jo ollut käytössä ympäristötukijärjestelmässä.

Taulukko 3. Kosteikkojen potentiaalinen kokonaismäärä ja pinta-ala valuma-alueen eri kokoluokissa (Puustinen 2007).

Valuma-alueen pinta-ala ha	Kosteikkojen lkm	Suhteellinen koko 1 %		Suhteellinen koko 2 %	
		Pinta-ala ha	Yhteensä ha	Pinta-ala ha	Yhteensä ha
5 – 12	25 000	0,05 – 0,12	2150	0,10 – 0,24	4300
12–36	15 000	0,12 – 0,36	3600	0,24 – 0,72	7200
36 – 134	4 200	0,36 – 1,34	3600	0,72 – 2,68	7200
134 – 575	600	1,34 – 5,75	2150	2,68 – 11,5	4300
575 – 1200	80	5,75 – 12	700	11,5 – 24	1400
Yli 1200	50	14	700	28	1400
yhteensä	45 000		12900		25 800



Kuva 3. Kiintoaineen (a) ja partikkelimaisen fosforin (b) pidättyminen kosteikko-m²:iä kohden (vasen pystyakseli, laskevat käyrät) ja valuma-alueen peltohehtaaria kohden (oikea pystyakseli, nouseva käyrä) eri tavoin mitoitetuissa kosteikoissa erilaisilla valuma-alueen peltoisuus-%:eilla. Valuma-alue on 100 ha, peltojen ominaiskuormitusluvut ja pidättymisprosentti VIHMA-mallista (Puustinen ym. 2007).



Kuva 4. Kosteikkoon pidättyneen kiintoaineen (a) ja partikkelimaisen fosforin (b) kokonaismäärä (kg) eri tavoin mitoitetuissa kosteikoissa erilaisilla valuma-alueen peltoisuus-%:eilla. Valuma-alue on 100 ha, peltojen ominaiskuormitusluvut ja pidättymisprosentti VIHMA-mallista (Puustinen ym. 2007).

Tulva-alueiden ensisijainen merkitys vesiensuojelun kannalta on siinä, että veteen sekoittunut kiintoaines laskeutuu tulva-alueelle veden virtauksen hidastuessa. Tulva-alueelle jäävän aineksen määrä riippuu maa-aineksen karkeusasteesta ja veden liikkumistavasta uomassa ja tulva-alueella tulvatilanteessa. Karkein aines jää töyräksi lähelle uomaa, kun taas hienompaa ainesta laskeutuu kasvillisuuden sekaan kauempana uomasta. Kokeellinen tutkimus tulva-alueilla tapahtuvista prosesseista vesiensuojelun kannalta on Suomessa toistaiseksi vähäistä. Kun arvioidaan tulva-alueiden merkitystä kiintoaineksen laskeuttamisessa, voidaan lähtökohdaksi kuitenkin ottaa valuma-alueen, ylivirtaamien ja tulva-alueen koon suhde samaan tapaan kuin kosteikoissa ja laskeutusaltaissa, pyrkien vastaaviin pinta-aloihin.

Vesistökohtainen yleissuunnittelu

4.2.1

Vesistön tilaan ja valuma-alueen erityispiirteisiin perustuva yleissuunnittelu

Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteitä kohdennettaessa tärkeitä vesistöjä ovat erityisesti sellaiset maatalousvaltaisten valuma-alueiden vesistöt, jotka eivät ole VPD:n (vesipuitelidirektiivi) mukaisessa hyvässä ekologisessa tilassa. Kuormituksen vähentämistarpeen määrittely ei siltikään ole aina yksiselitteinen, varsinkin kun verrataan esim. jo pahoin kuormittuneita, parhaillaan voimakkaasti kuormittuvia tai vielä hyvässä tilassa olevia, mutta kuormituskehityksen alkutaipaleella olevia vesistöjä. Vesistöjen näkökulmasta vesiensuojelutoimenpiteet voivat olla palauttavia tai ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä. Valintatilanteessa vesistökohtainen priorisointi saattaa olla hyvin vaikeaa.

Vesiensuojelun kannalta kosteikon perustamispaikkaa valittaessa kannattaa suosia jyrkkien peltöjen, karjasuojien ja eläinten jaloittelualueiden alapuolisia uomia. Jos kuormittavat pellot sijaitsevat valuma-alueen latva-alueilla tulisi myös kosteikot perustaa sinne.

Tärkeimpiä kuormitukseen vaikuttavia valuma-alueen ominaisuuksia ovat pinta-ala, maankäyttö, peltöjen kaltevuus, maalaji, kasvipeitteisyys ja maan ravinnepitoisuus. Yleissuunnittelussa keskeisenä tehtävänä on etsiä kosteikoille luontaiset ja soveltuvat perustamispaikat, joissa ne ovat tehokas osa valuma-alueen kokonaissuunnitelmaa. Vaihtoehtoisten vesiensuojelutoimenpiteiden valintakriteereinä ovat niiden kustannustehokkuus ja kokonaisvaikutukset valuma-alueella. Kosteikot ovatkin parhaimmillaan edullisesti toteutettavissa ja vesiensuojelullisesti tehokkaita. Joissakin tapauksissa on kuitenkin jo etukäteen nähtävissä kosteikon vaatimaton merkitys vesiensuojelutoimenpiteenä. Tällöin hankkeen perustelut ja rahoitus lähtevät muiden tavoitteiden (esim. metsästyksen) pohjalta. Näissäkin tapauksissa suunnittelulla on pyrittävä saamaan aikaan niin suotuisat vesiensuojeluvaihtokorvaukset kuin mahdollista.

4.2.2

Peltöjen kuivatustila, tulvaherkkyys ja uomien tila

Peltöjen riittävä kuivattaminen on Suomen ilmasto-olosuhteissa välttämätöntä lyhyen kasvukauden hyödyntämiseksi ja maatalouskoneiden edellyttämän kantavuuden turvaamiseksi. Salaojitus vähentää peltöjen pintavalun, mikä on paitsi kuivatuksen myös vesiensuojelun kannalta edullista. Säättösalojituksen avulla voidaan hidastaa liiallista kuivumista ja pohjaveden pinnan laskua ojitusalueella. Uomien alivirtaamisen säilyttäminen parantaa mahdollisuuksia tarvittaessa kasteluun. Uusissa kuivatusperiaatteissa pyritään yhdistämään maaperän vesitalouden ja tulvien hallinnan ja lisäksi uomien luonnontilan parantamisen näkökohtia. Tällöin maatalousuomilla voi olla myös huomattavaa ympäristöllistä ja kalataloudellista merkitystä, mikäli niissä säilyy virtausta kautta vuoden kuivanakin aikana.

Uusia tulvasuojelu- ja kuivatushankkeita ei juuri enää toteuteta pelkästään maatalouden kuivatuksen takia, mutta olemassa olevien uomien kunnossapito jatkuu. Vanhat perkaushankkeet toteutettiin aikanaan suoristamalla alun perin mutkittelevia purovesistöjä, joissa on ollut tulva-alueita. Suoristuksen seurauksena uomien itsepuhdistuskyky on heikentynyt ja ekologinen arvo kärsinyt. Uusissa kuivatusohjeissa korostetaan vanhojen suunnitelmien tarkistamisen tarvetta, mikä mahdollistaa luonnonmukaisten vesistörakentamisen periaatteiden noudattamisen uomien per-

kauksessa. Pienehköille herkästi tulviville peltoalueille suositellaan nykyisin kuiva-
tuksen sijaan suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen perustamista. Vaikeasti viljeltäviä
peltoalueita suositellaan palautettaviksi tulva-alueiksi. Kun uomien perkaaminen on
tarpeen kuivautussyvyyden takia, suositellaan uomien mutkittelun säilyttämistä ja
palauttamista ja kapeiden alivirtaamauomien toteuttamista. Tulvavirtaamia varten
kaivetaan tulvatasanteet, jotka toimivat kapeina tulva-alueina alivirtaamauman
vieressä samaan tapaan kuin laajemmat tulva-alueet. Mutkaisuuden lisääntyessä
myös viipymä ja uomien monimuotoisuus lisääntyvät.

Toimenpiteet voivat kuulua osana ojitusyhtiöiden toimesta toteutettaviin kuiva-
tushankkeisiin, jolloin myös mm. kosteikkojen perustamiseen on mahdollista saada
valtion täysimääräistä rahoitusta. Toisaalta toimenpiteet voivat olla viljelijöiden
omia, mm. maatalouden ympäristötuella toteutettavia hankkeita. Kosteikkojen ja tul-
va-alueiden perustaminen kuuluvat merkittävänä osana maatalousalueiden pienten
vesistöjen monipuoliseen kunnostamiseen vesitalouden, vesiensuojelun ja ympäris-
tön kannalta. Purojen ja valtaojien monipuolistaminen luonnonmukaisen vesistö-
kentämisen periaatteita noudattaen, tulva-alueiden palauttaminen ja kosteikkojen
perustaminen ovat luonto- ja ympäristövaikutuksiltaan hyvin lähellä toisiaan.

4.2.3

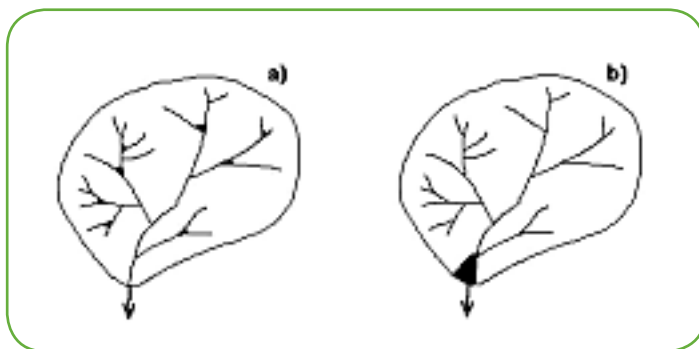
Kosteikkojen ja tulva-alueiden sijoittelu valuma-alueelle

Kosteikkojen yleissuunnittelussa valuma-alueelta selvitetään sopivat perustamispaik-
at ja niiden maanomistajat. Perustamispaikkojen kartoitus voidaan tehdä tutkimalla
ko. valuma-alueen perus- tms. karttoja, joista selviävät maaston korkeussuhteet ja
maankäyttö pääpiirteittäin (pelto, metsä, suot, taajamat). Kehitteillä on ollut myös
tietokonesovellus, joka maankäyttöä, maaperää, uomastoa ja maaston korkeussuh-
teita koskevaa paikkatietoa yhdistelemällä osoittaa mahdolliset kosteikkojen perus-
tamispaikat (Parviainen 2003).

Kosteikot ovat luontaisesti sijainneet virtavesien varsilla, järvien rannoilla ja pu-
roissa ja sitä pienemmissä noroissa. Rakennettavalle kosteikolle sopivia paikkoja ovat
aiemmin kosteikkoina olleet, sittemmin kuivatetut tulvaniityt ja painanteet, joen tai
puron haarat ja putaat, purolaaksot jne. Luontaisen paikan lisäksi kosteikon tulisi
sijaita siten, että yläpuoliselta valuma-alueelta tuleva kuormitus on selvästi luon-
nonkuormitusta korkeampi. Ympäristötuki edellyttää vähintään 20 %:n peltoisuutta
yläpuolisella valuma-alueella. Toisaalta myös, kuten aiemmin on jo esitetty, peltojen
kaltevuudella ja kasvipeitteisyydellä on merkittävä vaikutus pelloilta lähtevään kiin-
toaine- ja ravinnekuormaan.

Valuma-alueetasolla tapahtuva kosteikkopaikkojen inventointi edistää kosteikkojen
sijoittelua. Kosteikot tavallisimmin toteutetaan eri puolille valuma-aluetta useana
pienenä hankkeena (kuva 5a). Vaihtoehtoisesti kosteikko voidaan toteuttaa myös
valuma-alueen alapäähän (kuva 5b). Hajautettu kosteikkojen toteuttaminen toimii
tulvapiikkien leikkaajana paremmin kuin yksi iso kosteikko valuma-alueen alapäässä.
Hajautetun ratkaisun etuna on myös se, että strategisesti oikeisiin paikkoihin sijoit-
ettuina ko. kosteikkoihin tulevat ainepitoisuudet ovat todennäköisesti korkeammat
kuin valuma-alueen purkupisteessä, jossa pelloilta lähteneet valumavedet ovat se-
koittuneet muualta valuma-alueelta tulleisiin valumavesiin.

Kosteikon sijoittaminen suuren valuma-alueen alajuoksulle on suunnittelun ja
mitoituksen kannalta haasteellinen tehtävä. Kosteikkoon tulevat vesimäärät ovat
suuria ja sen tarvitsema pinta-ala on suuri. Onnistuessaan tällainen suuri kosteikko
parantaa paikallisesti vesiensuojelua merkittävästi, koska yhteen käsittelypaikkaan
saadaan suuri osa koko valuma-alueelta tulevasta kuormituksesta. Esim. Rantamo-
Seittelin kosteikon (Tuusulanjärveen laskeva Sarsalanojan alajuoksu) ensimmäisen
vaiheen pinta-ala on 8,3 ha (ks. kuva 14) ja kokonaissuunnitelman pinta-ala 25 ha (ks.
kuva 24), mikä on 1,3 % valuma-alueen pinta-alasta.



Kuva 5. Kosteikkojen sijoittaminen valuma-alueelle: a) useita pieniä kosteikkoja valuma-alueen latvaosissa ja b) yksi suuri kosteikko valuma-alueen alajuoksulla. Käytännössä kosteikot useimmiten sijoittuvat eripuolille valuma-aluetta ja ovat kooltaan pie-nehköjä ja helpommin toteutettavissa.

Lounais-Suomessa ja paikoin muuallakin puroluokan ja sitä pienemmät uomat virtaavat syvissä notkoissa. Notkoissa on tyypillisesti leveitä ja tasaisia kohtia, jotka ovat usein uoman tulva-alueita. Tällaiseen paikkaan (kuva 6) on mahdollista perustaa kosteikko tai useampia edellyttäen, että niihin liittyvät luonnonarvot eivät heikkene. Toisaalta lisääntyvästä vesialueesta muodostuu uusia luonnon- ja maisema-arvoja. Kapeampiin ja pituuskaltevuudeltaan jyrkempiin notkoihin (kuva 7) voidaan toteuttaa pienemmistä kosteikoista tai altaista muodostuva kosteikkoketju, jonka kokonaisvaikutus vastaa yhden suuremman kosteikon vaikutusta. Kosteikkopaikan soveltuvuutta arvioitaessa tulee kiinnittää huomiota mm. seuraaviin seikkoihin.

- notkon loiva pituuskaltevuus
- notkon pohjan leveys ja tasaisuus
- kosteikon maaperä ja ominaisuudet
- maankäyttölajit kosteikkoalueella ja yläpuolisella valuma-alueella
- puuston määrä ja laatu kosteikkoalueella
- kosteikosta aiheutuva potentiaalinen vettymishaitta tuotantoalueille
- tulvariskien vähentämistarpeet ja mahdollisuudet
- maisemalliset tekijät ja talouskeskusten läheisyys
- suojelualueet, suojeltavat lajit ja muut tiedossa olevat luonnonarvot
- kosteikon rakentamiseen vaikuttavat rakenteet kuten tiet, rakennukset, kaivot
- padot ym. rakenteet

Kosteikkoja voidaan perustaa myös alaville, vaikeasti viljeltäville peltoalueille, joiden kuivatuksen tehostaminen ei ole perusteltua (kuva 8). Kosteikkojen rakentamiskohtia valittaessa tulisi tavoitteena pitää, että kosteikon vesisyvyys olisi vähävetisenäkin aikana suurella osalla sen pinta-alasta vähintään 0,5–0,7 m, kun taas muulla, ajoittain kuivuvalla kosteikkoalueella vesipinta pysyttelisi maanpinnan tuntumassa, enintään 0,3 m:n syvyydessä. Avovesipinnan säilyminen kosteikossa myös kuivana aikana on edullista paitsi kosteikkoprosessien kannalta myös siksi, että pysyvä avovesialue lisää kosteikon monimuotoisuutta eliöiden ja maisemakuvan kannalta. Kosteikon mataliin osiin muodostuu hyvät olosuhteet kosteikkokasvillisuudelle.

Kosteikon vesitilavuuden laaja vaihtelu suhteellisen pienellä veden korkeuden vaihtelulla on edullista kosteikon toiminnalle, koska tällöin kosteikon vesitilavuus lisääntyy väliaikaisesti tulvavirtaamilla, jolloin myös ainekulkeumat ovat suurimmillaan. Samasta syystä myös tulva-alueet, jotka muodostuvat vain tilapäisiksi vesialueiksi suurilla virtaamilla, voivat toimia tulvavesien puhdistajina. Vesitilavuuden ja -pinta-alan kasvu vaatii suurta kosteikon pinta-alaa. Kosteikkokasvillisuuden vaatimien olosuhteiden ja tehokkaasti toimivien tulva-alueiden yhdistäminen käytännössä kuitenkin merkitsee tällaista kosteikon perusrakennetta.

Jos kosteikon pysyvä padottaminen ei esim. peltojen kuivatuksen takia ole mahdollista eikä laajan kosteikon kaivamista katsota taloudellisesti mielekkääksi, voidaan



Kuva 8. Maatalouden ympäristötuella toteutettu kosteikko on perustettu alavimmalle pellon osalle, joka on heikossa kuivatustilassa ja vaikeasti viljeltävissä yhtä aikaa muun pellon kanssa. Kuva: Janne Pitkänen.

kosteikon sijaan säilyttää olemassa olevia tulva-alueita tai palauttaa entisiä tulva-alueita.

4.3

Hankkeiden rahoitusmahdollisuudet

4.3.1

Yleissuunnitelman asema ympäristötukien hakemisessa

Kosteikkojen yleissuunnitelmassa esitetään kosteikoille, pohjapatorakennelmille tai vastaaville toimenpiteille soveltuvia maastokohteita. Yleissuunnitelma-alue on rajattu sellaiseksi, jossa on tarvetta alentaa maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta. Yleissuunnitelmassa ei tehdä yksittäistä kohdetta koskevaa vesilain mukaista lupaharkintaa, vaan se huomioidaan myöhemmin lopullisessa kosteikkosuunnitelmassa. Yleissuunnitelmissa ei arvioida kosteikkojen puhdistustehokkuutta, vaan se jää yksityiskohtaisen kosteikkosuunnitelman varaan. Yleissuunnitelmassa ei myöskään suljeta muita vesiensuojelua tai luonnon monimuotoisuutta edistäviä vaihtoehtoja pois ja siten esitetylle kohteelle voi myöhemmässä harkinnassa osoittautua paremmaksi joku muu kuin yleissuunnitelmassa ehdotettu toimenpide.

Joka tapauksessa, olipa kohde yleissuunnittelualueella tai muualla, kosteikon suunnittelijan on tarpeen laatia alustava suunnitelma hankkeesta jo kenttätutkimusvaiheessa ja sen jälkeen arvioitava mahdollisen luvan tarve. Aloite kosteikkohankkeen suunnittelusta tulee useimmiten maanomistajalta, joissakin tapauksessa ojitusyhtiöltä tai mahdollisesti joltakin muulta yhteisöltä. Hankkeen alussa on syytä neuvotella myös muiden toimenpiteen vaikutusalueen maa- ja vesialueiden omistajien kanssa. Heidän suostumuksensa tarvitaan pienimuotoisissakin hankkeissa, esim. luontaisten kosteikkoalueiden hoidossa. Alueellisen ympäristökeskuksen ja kunnan viranomaisilta saa tietoja lupa-asioista.

Huomattavaa on, että kohteiden merkintä yleissuunnitelmassa ei velvoita maanomistajia mihinkään ja kaikkien ehdotettujen toimenpiteiden toteuttaminen on vapaaehtoista.

4.3.2

Ei-tuotannollisten investointien tuki

Maatalousympäristöihin liittyvien kosteikkojen ja niiden luonnon monimuotoisuuden edistämiseen tähtäävien toimien pääasialliset rahoitusmuodot ovat ei-tuotannolliset investointituet ja maatalouden ympäristötuen erityistuet. Ei-tuotannollisella investointituella voidaan rahoittaa kosteikkojen perustamiskustannukset, joita voi saada vuodesta 2008 alkaen. Tuki määräytyy toteutuneiden kustannusten perusteella. Toteutusaikaa investoinnille annetaan 1 – 2 vuotta. Investointituen myöntämisen edellytyksenä on, että ei-tuotannollisen investoinnin valmistumisen jälkeen hoidosta tehdään 5- tai 10-vuotinen vastaava erityistukisopimus.

Kosteikkoja voidaan toteuttaa pääasiassa vain sellaisilla alueilla, joilla maatalousalueilta tuleva kuormitus on kyseisen vesistön merkittävä kuormittaja. Valuma-alueen peltoisuus täytyy olla yli 20 % kyseisen vesistön tai valtaojan valuma-alueesta. Etusija annetaan Suomenlahteen, Saaristomereen ja Selkämereen laskevien jokivesistöjen valuma-alueille ja sellaisten järvien valuma-alueille, missä toteutetuilla toimenpiteillä voidaan merkittävästi pienentää maatalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta ja lisätä maatalousalueiden luonnon monimuotoisuutta sekä edistää riista-, kala- ja raputaloutta.

4.3.3

Ympäristötuen erityistuki

Maatalouden erityisympäristötukea voi hakea investointituella perustetun valmiin monivaikutteisen kosteikon hoitoon, luontaisen tai muutoin perustetun kosteikon hoitoon tai aikaisemman ympäristötuen erityistuella perustetun kosteikon hoitoon. Tukimuotoina voivat olla monivaikutteisen kosteikon hoito tai joissain tapauksissa myös luonnon ja maiseman monimuotoisuuden edistäminen. Hoitotoimenpiteitä voivat esimerkiksi olla kosteikkoon kertyneen lietteen poistaminen, kosteikon ympäristön hoito raivaamalla tai niittämällä, lintujen tai muiden eläinten elinoloja parantavat toimet sekä patorakenteiden ylläpitokorjaukset. Lisäksi kosteikkoalueeseen rajautuville pelloille on yleensä mahdollista hakea suojavyöhykkeen perustamista ja hoitoa koskevaa sopimusta. On myös mahdollista, että kosteikon tukialaan liitetään lähipeltoa. Erityistukisopimukset ovat 5- tai 10-vuotisia. Tukea maksetaan suunnitelman mukaan tehtävien toimenpiteiden kustannusten perusteella ja yleensä edellytetään että toimenpiteistä pidetään hoitopäiväkirjaa tukikauden ajan. Tukeen voidaan sisällyttää kannustinlisää.

4.3.4

Tukien hakeminen

Monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen ja/tai hoitoon haetaan tukea siihen tarkoitetuilla lomakkeilla. Hakemuksen liitteinä tulee olla alueen kartta, jossa näkyy rakennettavan/hoidettavan kohteen sijainti sekä rakentamis- ja hoitosuunnitelmat sekä kustannusarvio. Suunnitelmasta tulee ilmetä arvio hankkeen vaikutusalueesta sekä siitä, miten suunniteltu kohde edistää vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuutta, parantaa tai monipuolistaa maisemaan sekä muista mahdollisista hanketta puoltavista vaikutuksista. Hoitotukea varten on tehtävä alueen hoitosuunnitelma, jossa toimenpiteet jaksotetaan koko tukikaudelle. Tuki haetaan alueellisesta TE-kes-

kuksesta, joka pyytää alueellisen ympäristökeskuksen lausunnon hankkeen vesien-suojelullisesta järkevyydestä, luonnon monimuotoisuutta edistävästä vaikutuksista ja/tai maisemallisista seikoista. TE-keskus ei rahoita hanketta vastoin ympäristökeskuksen kantaa. Ohjeita kosteikkohankkeen suunnitteluun saa MMM:n erityistukioppaasta, ympäristökeskuksista, TE-keskuksista ja maatalouden neuvonjärjestöiltä. Hakulomakkeita saa kuntien maaseutuviranomaisilta, TE-keskuksilta ja MMM:n internetsivuilta. Myös Suomen Metsästäjäliitolta saa tietoa kosteikkohankkeiden suunnittelusta ja toteuttamisesta.

4.3.5

Muut rahoitusmahdollisuudet

Alueellisten maaseutuohjelmien kautta on mahdollista saada hankerahoitusta kosteikkoprojekteihin. Tällöin hankkeen on oltava maaseutuohjelman alueellisten tavoitteiden ja strategian mukainen ja kytkeydyttävä laajemmin maaseudun kehittämiseen.

Peruskuivatuksen rahoituksesta on mahdollisuus saada tukea uomissa tai tulva-alueilla tehtäviin ennallistamis- tai vastaaviin hankkeisiin. Rahoitettavat toimenpiteet ovat osana kuivatustoimintaa ja tukevat sen päämääriä. Esimerkiksi ojan virtauksen säätely, ennallistaminen ja uoman laajennus voivat vähentää eroosiota ja samalla perkaustarvetta sekä alajuoksun tulvahaittoja.

Paikalliset metsästysseurat, järvien hoito- tai suojeluyhdistykset, luonnonsuojeluyhdistykset tai vastaavat voivat toteuttaa kosteikkohankkeita. Monesti yhdistysten jäsenten talkootyöllä saadaan kustannuksia pienemmäksi. Myös kosteikkojen ja sitä vastaavien hankkeiden jälkihoidossa ja ylläpidossa yhdistykset voivat olla aktiivisia.

Kaikkien kosteikkojen suunnittelun, rahoitus- ja tukilähteistä riippumatta, on perustuttava vesiensuojelullisiin ja luonnon monimuotoisuutta edistäviin tavoitteisiin.

5 Kosteikkojen lupatarpeet, hankesuunnittelu ja maastotutkimukset

5.1

Kosteikkojen perustamista koskevat rajoitteet ja tarvittavat luvat

Ennen kosteikon suunnittelua selvitetään kohteen mahdolliset suojeluarvot, jotka voisivat olla esteenä kosteikon rakentamiselle. Tämä asia tulee selvitettyksi jo alueellisessa kosteikkojen yleissuunnitelmissa, joiden olemassaolo siten nopeuttaa yksittäisen kosteikon suunnittelua.

Kosteikon rakentamisen luvanvaraisuus riippuu siitä, mihin se tehdään ja miten se vaikuttaa ympäristöön ja vesistöön ja sen käyttöön. Vesilain säädösten lisäksi on maisemaan merkittävästi vaikuttavan altaan osalta tarvittaessa otettava huomioon myös maankäyttö- ja rakennuslain säädökset.

Maanomistaja voi omalle maalleen tehdä kosteikon kaivamalla, patoamalla tai pengertämällä sekä varastoida vettä ojaan tai puroon ilman vesilain mukaista lupaa, mikäli vaikutukset rajoittuvat vain hänen alueelleen. Kosteikko ja siihen liittyvä pato voivat olla myös yhteisiä naapurin kanssa. Mikäli padon tekeminen ja veden varastointi uomassa vaikuttavat naapureiden alueella, tarvitaan myös heidän suostumuksensa. Padottaessa kosteikko puroon, joka lasketaan vesistöksi, on padon yhteyteen toteutettava turvattu kalan kulkureitti. (VL 1:15).

Vesilain 2 luvun 2 §:n 4 mom:n mukaan vesistössä tehtävään toimenpiteeseen, jolla maa-alueita pysyvästi muutetaan vesialueeksi, tarvitaan aina Ympäristölupaviraston lupa. Säännös koskee ensisijaisesti järven keskiveden nostamista silloinkin, kun se perustuu sopimukseen tai suostumukseen. Säännös ei koske lammen padotusta omalla maalla, pohjakynnyksen tekemistä puroon eikä vesialueen tekemistä kaivamalla. Enintään hehtaarin suuruisen lammen tai järven taikka noron säilymistä luonnontilaisena ei saa vaarantaa, mistä ympäristölupavirasto voi yksittäistapauksessa myöntää poikkeuksen (VL 1:15a, 1:17a).

Kosteikon tekemiseen kaivamalla, patoamalla tai pengertämällä siten, että se vaikuttaa merkittävästi maisemaan asemakaava- tai rakennuskieltoalueella taikka yleiskaava- tai muulla alueella, jonka osalta on niin määrätty, tarvitaan maankäyttö- ja rakennuslain 128 §:n mukainen maisemätyölupa, vaikka se tehdään vain omalle maalle. Maisemätyöluvan, joka voidaan tarvita myös kaivumaiden läjittämistä varten, myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen.

Tehtäessä kosteikkoja padottamalla tulee ottaa huomioon mahdolliset turvallisuusnäkökohdat. Isossa kosteikossa on suuri määrä vettä, joka hallitsemattomasti purkautuessaan voi aiheuttaa vahinkoa. Patoihin liittyvistä turvallisuusvelvoitteista on säädetty patoturvallisuuslaissa. Se koskee patoja, joiden korkeus on vähintään kolme metriä. Lakia on kuitenkin sovellettava myös matalampaan patoon, jos padolla suljetussa altaassa olevan veden määrä on niin suuri, että onnettomuuden sattuessa saattaa aiheutua ilmeinen vaara ihmishengelle tai terveydelle taikka ilmeinen huomattava vaara ympäristölle tai omaisuudelle. Jos on oletettavissa, että kosteikko padotuskorkeutensa tai vesimääränsä puolesta kuuluu patoturvallisuuslain piiriin, jatkotoimista kannattaa neuvotella alueellisen ympäristökeskuksen patoturvallisuudesta vastaavaan henkilön kanssa. Tarkemmat menettelyt patoturvallisuuden osalta on esitetty patoturvallisuusohjeissa (Maa- ja metsätalousministeriö 1997)

Perustamispaikan ominaisuudet

Kenttätutkimuksen laajuus ja vaativuus riippuvat hankkeen koosta ja paikallisista olosuhteista. Kaikissa tapauksissa selvitetään maaston korkeussuhteet. Uoman tai luontaisen notkon pituussuunnassa vaaitaan korkeustiedot siten, että kosteikon padotuskorkeuden vaikutus voidaan määrittää uoman yläjuoksulla sekä tarkastella vaikutusalueen ulkopuolelle jäävää lähialueen korkeusasemaa. Uoman pituuskaltevuus on syytä vaaita padosta katsoen myös alajuoksun suuntaan alapuolisen vedenkorkeuden arvioimiseksi vaihtuvissa hydrologisissa tilanteissa. Luonnollisissa notkoissa määritetään kosteikkopadon edullisin sijainti, jonka suhteen uoman vaaitus tehdään molempiin suuntiin. Tasaisilla alueilla vaaitusaineisto on lähtökohtana kosteikkopenkereiden suunnittelulle. Perinteisellä optisella vaaituksella päästään 2–3 cm:n tarkkuuteen ja takymetrillä sekä GPS-laitteilla alle 1 cm:n tarkkuuteen.

Kosteikkohankkeiden korkeusasema sidotaan paikallisen peruskuivatuksen kiintopisteeseen ja suurissa hankkeissa valtakunnalliseen korkeustasoon (N60). Pienissä hankkeissa korkeus voidaan sitoa myös paikallisesti esim. pysyvään kalliopintaan tai salaojasuunnitelmien kiintopisteeseen.

Kosteikkopaikan läheisyydestä merkitään maastonmuodot, jotka eivät ilmene kartoista, mutta joilla voi olla merkitystä esim. patojen linjauksen ja luontevan maastonmuotoihin liittymisen kannalta. Lisäksi karttoihin merkitään säilytettävät puut ja pensaat, joilla voi olla maisemallista arvoa kosteikon yhteydessä. Myös alueen valokuvaaminen on perusteltua suunnittelua ja hankkeesta annettavia lausuntoja varten.

Maastossa selvitetään kosteikon lähetyvillä olevien rakennusten, teiden ja rumpujen korkeudet. Lähellä olevista kaivoista selvitetään syvyys, vesipinta ja kaivon käyttö. Kosteikon läheisyydessä olevien peltujen salaojitukset selvitetään. Salaojien vedet johdetaan kosteikon tuloalueelle. Salaojituksen muutoksista laaditaan salaojatkartoille muutossuunnitelmat.

Yläpuolisen valuma-alueen raja- mitoitusvirtaamat ja vedenkorkeudet

Kenttäkartoille merkitään yläpuolisen valuma-alueen rajat, jotka saadaan määritettyä peruskartoilta ja joita tarvittaessa tarkistetaan maastossa. Peruskartoilta saadaan määritettyä valuma-alueen maankäyttölajit, erityisesti pellot ja metsät, sekä niiden pinta-alat. Valuma-alueen vallitsevat maalajit saadaan määritettyä maaperäkartoilta ja tarkennettua maastossa. Uomien luiskista selvitetään luiskien eroosioalttiutta ja uoman pohjalla lietteisyytenä näkyvän sedimentin laatua ja määrää.

Valuma-alueen hydrologisten olosuhteiden selvittäminen on keskeisin kosteikkojen mitoittamiseen liittyvä taustaselvitys. Kun muut tässä oppaassa esitetyt kosteikkosuunnittelun periaatteet ovat yleisiä periaatteita ja ohjeita, hydrologisten olosuhteiden huomioiminen mitoituksessa kytkee kunkin kosteikkohankkeen eri alueilla paikalliseen ympäristöönsä.

Vuosisadannasta noin puolet muodostuu valunnaksi. Keskimääräinen vuosivalunta Etelä-Suomessa on 250–300 mm, mikä merkitsee 2500–3000 m³ vesimäärää hehtaarilta vuodessa. Pohjois-Suomessa valunta on tätä suurempi. Kosteikkojen suunnittelussa ja mitoituksessa on erittäin tärkeää tietää koko valuma-alueelta tulevan veden määrä ja sen ajallinen jakautuminen. Suomen olosuhteissa suurimmat ylivirtaamat esiintyvät keväällä lumen sulamisen seurauksena.

Vaikka ylivirtaamat ovat kestoltaan lyhytaikaisia, niiden mukana kulkee pääosa koko vuoden kiintoaine ja ravinnekuormasta. Keskikesällä ja talvella valunta on usein vähäistä ja pienimmillä valuma-alueilla lakkaa jopa kokonaan. Toisaalta näilläkin jaksoilla esiintyy ajoittain poikkeuksellisia vesiolosuhteita, kuten rankkoja ja pitkään jatkuvia kesäsateita sekä keskitalven leutoja, jopa vesisateisia jaksoja.

Pääosa viljelyalueiden vuosittaisesta kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta ajoittuu valunnan vuotuisen jakautumisen mukaisesti kevääseen ja syksyyn, jolloin peltojen kasvipeitteisyys on vähäisintä ja pellot eroosioherkkiä. Jos liikkeelle lähtenyt aines halutaan pidättää kosteikoihin, mitoituksen lähtökohtana on käytettävä näiden jaksojen tyypillisiä ylivirtaamia. Kosteikon mitoitusvirtaamana voidaan suositella 10–20 vuoden aikana havaittua vuotuisten maksimivirtaamien (päiväarvot) keski-ylivirtaamaa (MHQ). Kosteikon kriittisten rakenteiden kuten patojen ja penkereiden mitoitus ja harjan korkeus tulee mitoittaa suuremman, keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvan ($HQ_{1/20}$) ylivirtaaman perusteella. Itse kosteikolle tällaiset tulvahuiput eivät aiheuta sen suurempaa haittaa, mutta puhdistusteho tilapäisesti heikkenee tai menetetään hetkellisesti kokonaan. Poikkeuksellisen suuret virtaamahuiput voidaan ohjata myös kosteikon ohi tulvauomassa. Tällä varaudutaan myös ilmastomuutoksen aiheuttamiin, mahdollisesti hyvin ääreviin sääilmiöihin ja hydrologisiin tapahtumiin.

Mitoitusvirtaamien määrittämiseen kannattaa käyttää lähtökohtaisesti alueella tehtyjä virtaamamittauksia ja seurantatietoa. Tällaista tietoa aiotun kosteikon yläpuoliselta valuma-alueelta ei kuitenkaan ole aina saatavissa. Tällöin MHQ ja $HQ_{1/20}$ ($l\ s^{-1}$) voidaan määrittää esim. Seunan (1983) esittämien kaavojen ((1) ja (2)) avulla:

$$MHQ = A \cdot [0,018 \cdot (C + I_s)^2 - 1,2 \cdot (C + I_s) + 0,29 \cdot E_0 - 0,50 \cdot F_s + 126] \quad (1)$$

$$HQ_{1/20} = A \cdot [48 A^{-1/2} + 0,39 \cdot E_0 - 1,8 \cdot F_s + 257] \quad (2)$$

missä A = valuma-alueen ala (km^2)
C = peltojen osuus valuma-alueesta (%)
 I_s = päällystetyn maan tai avokallion osuus valuma-alueesta (%)
 E_0 = valuma-alueen purkautumiskohdan korkeus merenpinnasta (m)
 F_s = kasvava puusto koko valuma-alueelle jaettuna ($m^3\ ha^{-1}$)

Pato- ja pengerrakenteiden mitoitusvirtaamat saadaan joko kaavalla (2) tai kertomalla MHQ valittua toistumisaikaa vastaavalla kertoimella (taulukko 4). On huomattava, että pato, jonka suurin korkeus on 3 m tai enemmän, on patoturvallisuuslain alainen. Ko. laissa on varsin tarkat määräykset padon suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta.

Kaavojen (1) ja (2) antamat tulokset saadaan myös Seunan (1983) esittämistä nomogrammeista (kuva 9).

Taulukko 4. Kertoimet eri toistumisaikoja vastaavien kevytlivalumien (HqI/x) määrittämiseksi kevään keskiylivaluman (MHq) perusteella (Seuna 1983, Ruotula 1996).

	TOISTUMISAIKA (v)				
	5	10	20	50	100
KERROIN	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5

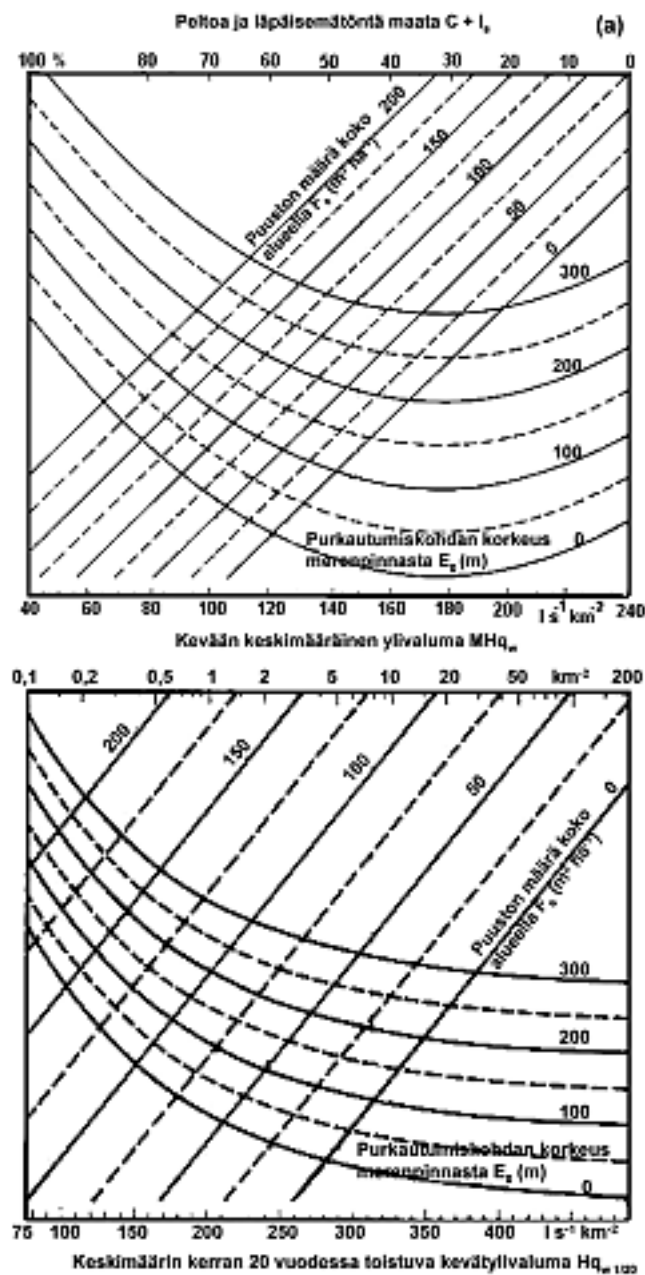
Kosteikon tulovirtaaman määrittäminen ja haluttuun viipymään perustuva mitoittaminen

Kaavan (1) mukaan valuma-alueelle, jonka pinta-ala on 1 km^2 , pellon ja päällystetyn maan osuus 80 %, purkautumiskohdan korkeus merenpinnasta 100 m ja puuston kuutiomäärä $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ MHQ $\sim 144 \text{ l s}^{-1}$ eli $12\,450 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$.

Kun tiedetään mitoitusvirtaama (Q) ja kosteikolta haluttava nimellisviipymä (t_n), saadaan kosteikolta vaadittava varastotilavuus helposti kaavalla

$$V = t_n \cdot Q \quad (3)$$

Eli jos esimerkkitapauksessamme pyritään 1 vrk:n nimellisviipymään, on kosteikolta vaadittava tilavuus $1 \text{ d} \cdot 12\,450 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1} = 12\,450 \text{ m}^3$. Koska kosteikon tulee olla pääosin matala, käytetään tässä esimerkissä tulva-aikaisena keskiyvyvyytenä 0,6 m. Tällöin kosteikon tulisi olla 2 ha eli 2 % valuma-alueesta.



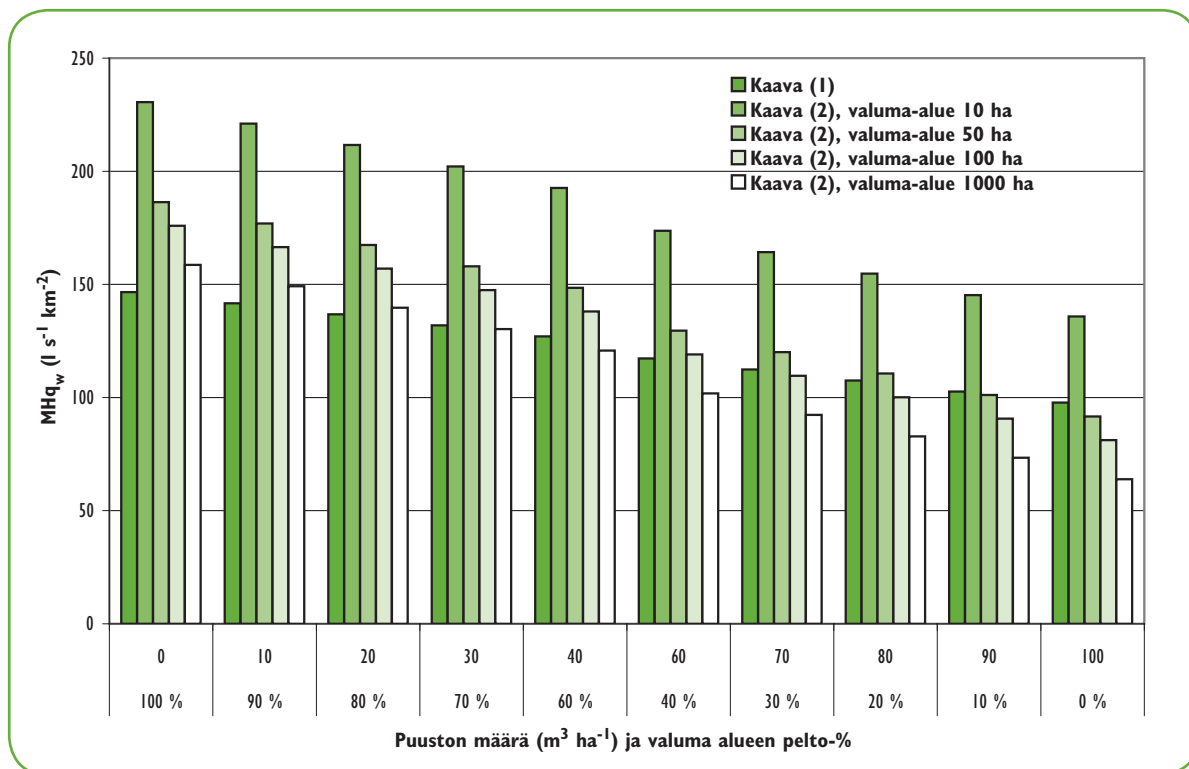
Kuva 9. Kevätkauden keskiyli-
valuman MHQ_{av} (a) ja keski-
määrin kerran 20 vuodessa
toistuvan kevätylivaluman
Hq_{w1/20} (b) määrittäminen
järvettömällä valuma-alueilla.
Lähde: Seuna (1983).

Kuvassa 10 on esitetty MHq:n määrittäminen sekä kaavalla (1) että jakamalla kaavan (2) eri kokoisille valuma-alueille antama tulos kertoimella 1,9 (taulukko 4). Tulosten välinen ero on suurimmillaan ääritapauksissa, joissa valuma-alue on hyvin pieni (<10 ha) ja pellon osuus suuri sekä toisaalta kun valuma-alue on suuri (>1000 ha) ja pellon osuus vähäinen. Pääsääntöisesti MHQ:n määrittämiseen kannattaa käyttää kaavaa (1), mutta pienillä, peltovaltaisilla valuma-alueilla on alimitoittamisen välttämiseksi suositeltavaa käyttää kaavaa (2) kertoimella 1,9 jaettuna.

Mitoitusvirtaaman määrittämiseen voidaan myös käyttää SYKEN vesistömalli-järjestelmää (Vehviläinen 1994) tai 'Maankuivatus ja kastelu' suunnitteluoppaassa (2007) esitettyjä hydrologisia nomogrammeja.

Kosteikon puhdistusprosessien ja maisematarvoitteiden vuoksi kosteikon vesisyvyyden tulisi olla vaihteleva. Käytännössä tämä toteutetaan poistouoman padon ja kosteikon reunapenkereiden sekä kosteikon pohjan rakenne- ja muotoiluratkaisuilla. Ylin mahdollinen vedenkorkeus määräytyy paikallisten hydrologisten olosuhteiden (esim. $HQ_{1/20}$) sekä pato- ja pengerrakenteiden mukaisesti. Maksimivesisyvyydeltään 2 m ylittäviä altaita ei kustannussyistä kannata käytännössä tehdä. Myöskään patoja ja reunapenkereitä ei tarvitse korottaa äärimmäisten tulvien vaatimaan tasoon, jos kosteikkoon voidaan järjestää poikkeusolojen varalle ohijuoksumahdollisuus.

Kun vettä padotaan kosteikon rakentamisella, on aina otettava huomioon veden nousun vaikutukset kosteikon yläpuolisilla alueilla. Mitä enemmän maasto näillä alueilla nousee kosteikkoalueeseen nähden, sitä pienempi on todennäköisyys, että padotus aiheuttaa haittaa viljelyksille, rakennuksille tai muulle maankäytölle. Sen sijaan tasaisilla mailla haittaa saattaa aiheutua varsin etäällekin. Siksi uoman ja maaston korkeussuhteet on aina etukäteen selvitettävä riittävän pitkälle joko vaaitsemalla tai GPS-mittauksella, jotta voitaisiin esim. 2D-virtausmallilaskelmien avulla tehdä mahdollisimman luotettavia arvioita veden noususta kosteikon yläpuolisilla alueilla. Jos aiotun kosteikon yläpuolinen alue on tasaista ja alavaa ja siten alttiina haitalliselle veden nousulle, voidaan kuivatus vähävetisenä aikana varmistaa kosteikon poistopadon läpi rakennettavalla putkella.



Kuva 10. Kevätkauden keskiylivaluma (MHq_w) kahdella Seunan (1983) esittämällä kaavalla laskettuna.

Kenttätutkimuksen kartta-aineisto ja suunnitelmaluonnokset

Kenttätutkimukset tehdään samanlaisten periaatteiden mukaan kuin peruskuivatuksen suunnittelussa tehtävät kenttätutkimukset. Kenttäkartoilla tulee olla esitettynä kaikki kosteikon suunnittelussa tarvittavat maastotiedot. Kosteikon suunnittelua varten on tärkeää merkitä kartoille maastossa tehtävien mittausten tulokset: korkeuskäyrät, uoman pituuskaltevuus ja poikkileikkaustiedot ylä- ja alajuoksulle, vesipintojen vaihtelukorkeudet, maalajitiedot ja yläpuolisen valuma-alueen tiedot.

Kosteikkosuunnitelman tulisi sisältää vähintään kaksi karttaa, sijaintikartan ja suunnitelmakartan. Sijaintikartan mittakaavan pitää olla 1:10000 tai 1:5000 ja siihen merkitään maatilojen peltolohkot ja suunniteltavan kosteikon sijainti sekä peruskartan numero. Sijaintikarttapohjan saa kunnan maaseutuviranomaiselta.

Suunnitelmakartan mittakaavan tulee olla hankkeen koosta ja luonteesta riippuen 1:500–1:2000, suuremmissa yhteishankkeissa voi olla 1:4000–1:5000. Suunnitelmakartalla esitetään riittävät korkeustiedot, mieluiten korkeuskäyrät maaston vietosta riippuen 0,25–1,0 m:n välein, mutta jyrkillä rinteillä voidaan käyttää 5 m:n välejä. Suunnitelmakartassa tulee olla merkittynä maankäyttöluokat (pelto, metsä, niitty, uomat, vesistö ym.), rakennukset ja muut rakenteet (esim. tiet ja kaivot), tilanrajat sekä muut suunnitelmaan vaikuttavat asiat. Suunnitelmakartan pitää olla mittakaavatarkka, selkeä ja kopiointikelpoinen.

Suunnitelmakartan pohjana voidaan käyttää viljelykarttaa tai salaojituskarttaa (yleensä 1:2000). Salaojituskartoilla on pelloista riittävät korkeustiedot, mutta peltojen ulkopuolelle jäävien alueiden osalta näitä karttoja joudutaan täydentämään. Pienissä kohteissa suunnitelmakartan voi tehdä varsin nopeasti mittaamalla ilman valmista pohjaakin.

Kenttätutkimuksen yhteydessä kartoille hahmotetaan alustava suunnitelmaluonnos kosteikosta, kosteikon tyyppi ja toteuttamistapa sekä kosteikkoon liittyvät erityisrakenteet. Esim. patoamalla toteutettavan kosteikon pato merkitään maastossa toteuttamisen kannalta edullisimpaan paikkaansa.

Suunnitelman sisältö ja esitystapa

Kosteikkosuunnitelman sisältö ja teknisen vaativuustaso riippuvat hankkeen kokoluokasta, perustamispaikasta ja hankkeelle asetetuista tavoitteista. Myös erilaiset lupatarpeet saattavat merkitä erilaisia vaatimuksia taustaselvityksille. Käytännössä hankkeet vaihtelevat vaatimattomasta valtaojan laajennusta vastaavasta lietekuopasta teknisesti vaativaan luvanvaraiseen kosteikkoon. Suunnitelman sisältöä määrittelee myös hankkeen rahoitus. Julkinen rahoitus edellyttää tarkempaa suunnittelun dokumentointia ja sisältöä kuin omarahoitteisissa ilman vesioikeuden lupaa toteutettavissa hankkeissa. Näissäkin tapauksissa kosteikon mitoitus tulee perustua vallitseviin hydrologisiin olosuhteisiin. Suunnittelutarpeet voidaan jakaa kolmeen luokkaan: (1) pienet hankkeet, (2) tavanomaiset maankuivatuksen suunnittelutasoa vastaavat hankkeet ja (3) teknisesti vaativat kosteikkohankkeet.

Kaikkien kosteikko- ja laskeutusallashankkeiden sekä laajamittaisten kosteikko- maisten allasketjujen suunnittelussa minimitasona on maankuivatuksen teknistä suunnittelua vastaava taso. Pienet patoamalla tehtävät altaat, lietekuopat, maanottoaikkojen kunnostus ja pienehköjen tulva-alueiden palauttaminen voidaan tehdä huomattavasti kevyemmällä suunnittelulla. Teknisesti vaativat hankkeet, esim. valuma-alueen alapäähän tehtävät kosteikot, ovat suuria useimmiten luvanvaraisia puroluokan vesistöihin toteutettavia kosteikkoja. Tällaiset hankkeet edellyttävät vaativampaa suunnittelua ja suunnitelman kuvausta liitteineen.

Tavanomaisen, maankuivatuksen suunnittelutasoa vastaavan kosteikkohankkeen vaatima sisältö ja esitystapa

Kartat

- Yleinen sijaintikartta (1:10000 tai 1: 5000)
- Yksityiskohtainen suunnitelmakartta (1:2000)

Kosteikon eri elementit (sanallinen kuvaus, tarvittaessa yksityiskohtaiset rakenne- ja leikkauskuvat, sijainti suunnitelmakartalle)

- padot
- penkereet
- syvänteet
- niemekkeet ja saarekkeet
- kasvillisuusvyöhykkeet

Mitoitus (laskentaperusteet)

- Hydrologia (tulovirtaamat, erit. MHQ)
- Kosteikon koko (pinta-ala, keskisyvyys ==> tilavuus (V))
- Nimellisviipymä (V/MHQ)
- Arvio mahdollisista oikovirtauksista ja hydraulisesta tehokkuudesta

Hoito ja kunnossapito

- Kasvillisuuden niitto
- Kiintoaineksen poisto
- Rakenteiden kunnon tarkistus

Kustannusarvio (kustannusten perusteet)

- Suunnittelu
- Maansiirto
 - Pintamaan poisto
 - Varsinaiset kaivumassat
 - Kaivumassojen läjitys pato- ja pengerrakenteisiin, muotoilu
 - Massatasapaino
- Erityisrakenteet
 - Juoksutusrakenteet, vahvistukset
 - Tiet, portit, aitaukset ym.
- Kasvillisuuden istutukset ja kylvöt
- Hoito ja kunnossapito

6 Monivaikutteisten kosteikkojen, laskeutusaltaiden ja allasketjujen suunnittelu ja mitoitus

6.1

Kosteikkoratkaisuja erilaisilla perustamispaikoilla

Kosteikon toteuttamistapa ja tyyppi määräytyvät perustamispaikkansa ominaisuuksien mukaan. Patoamalla toteutettujen kosteikkojen muoto määräytyy paljolti veden korkeuden ja korkeuskäyrien mukaan. Tasaisemmilla alueilla kaivamalla toteutettujen kosteikkojen yleisen muodon suunnittelulle jää huomattavasti enemmän tilaa. Kosteikkotyypit ja kosteikkomaiset ratkaisut voidaan luokitella seuraavasti:

- patoamalla ja pengertämällä tehtävät kosteikot
- kaivamalla tehtävät kosteikot
- laskeutusaltaat
- lietekuopat
- veden pinnan nosto uomassa pohjakynnyksillä
- tulva-alueiden lisääminen
- entisten saven- ja mudanottoaikkojen kunnostus

Kosteikon perustamistavalla ei ole periaatteellista vaikutusta sen tehokkuuteen, mutta ennen kaikkea se vaikuttaa kosteikon toteuttamiskustannuksiin. Taulukossa 5 on esitelty Suomessa rakennetuilta esimerkkikohteilta mitattuja keskimääräisiä ainepoistumia. Kosteikkojen mitoitus tiedot ja kuvaukset on esitetty tuonnempana tässä luvussa esimerkkeinä erilaisista tyyppiratkaisuista.

Taulukko 5. Suomalaisissa kosteikoissa ja laskeutusaltaissa mitattuja vuotuisia ainepoistumia (%).

Kosteikko	Kosteikkotyyppi	Toteutus	Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi
Hovi	Kosteikko	Kaivamalla	68	62	36
Alastaro	Allas/kosteikko	Kaivamalla	41	19	0
Flytträsk	Kosteikko	Patoamalla	16	15	11
Rantamo	Kosteikko	Kaivamalla	28	21	0
Tuijanpuro	Allas	Kaivamalla	18	6	3

6.1.1

Patoamalla toteutettavat kosteikot

Kosteikkojen perustyyppinä voidaan pitää peltojen yleistasoja alemmaan maastokohdan, esim. purolaaksoon, patoamalla toteutettua kosteikkoa (ks. kuva 6). Yhdellä patorakenteella voidaan saada aikaan kosteikon tehokkaan toiminnan vaatima pinta-ala/tilavuus ja viipymä. Edullisin padon perustamispaikka on kapein maaston kohta, jolloin pato jää mahdollisimman lyhyeksi. Padon rakentaminen edellyttää riittävää maapato-osan ja kynnysrakenteen tiiveyttä ja kestävyyttä myös runsaan veden aikana. Patoamalla saadaan helposti aikaiseksi kapeammassa notkossa myös allasketju (ks. kuva 7), jonka kokonaisvaikutus voidaan arvioida alaiden kokonaisalan perusteella.

Matalissa uomanotkoissa voi olla tarvetta myös lisäkaivulle, jos padolla ei saada aikaiseksi riittävää vesisyvyyttä. Mahdollinen pintamaan poisto ja pohjan muotoilun tarve edellyttävät maan kaivua ja läjittämistä kosteikon rakenteisiin. Ohjeellisia maan kaivumääriä on esitetty luvussa 10 (taulukko 8).

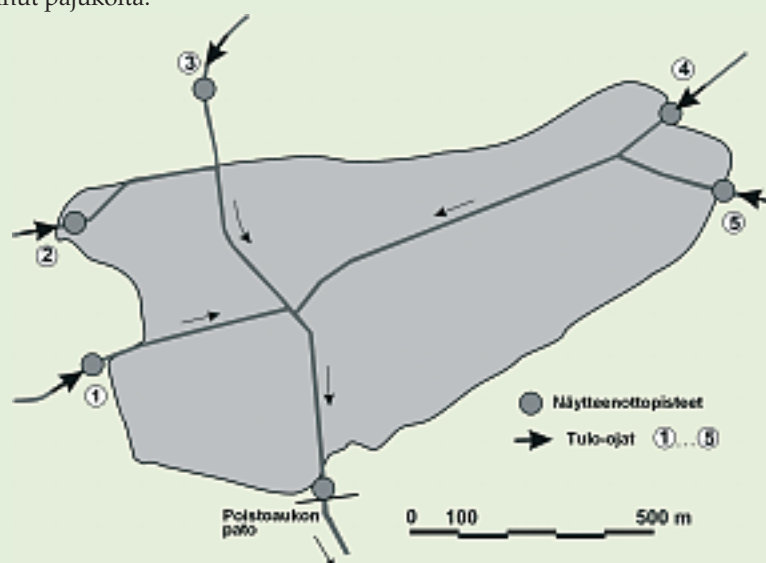
Patoamalla ja pienillä perustamiskustannuksilla on mahdollista toteuttaa hyvin laaja-alaisia kosteikkoja. Esim. Flytträskissä (kuva 11) on yhdellä uomaan sijoitetulla pohjapadolla saatu aikaiseksi pinta-alaltaan 60 ha:n kosteikko.

Flytträskin kosteikko

Flytträsk on 60 ha:n suuruinen luonnontilaista muistuttava kosteikko. Alue on muodostunut 1910-luvulla peltoalan lisäämiseksi tehdyn järvenlaskun seurauksena. Nykyiseen muotoonsa Flytträsk on kehittynyt 1980-luvulla toteutetun ojitustoitituksen vaikutuksesta. Kosteikko on ojitettu tulvien hallitsemiseksi ja kosteikon poistoaukolle on rakennettu pato, joka säättää vedenkorkeuden maanpinnan tasoon myös kuivilla jaksoilla. Alue toimii vesilintujen elinympäristönä.

Flytträskin valuma-alue muodostuu viidestä osavaluma-alueelta (kuva 11), joiden pinta-alat vaihtelevat 140 – 750 ha:n välillä. Valuma-alueen pinta-ala on yhteensä 20 km² ja pinta-alasta 35 % on peltoa. Valuma-alueen topografia vaihtelee, mutta pellot ovat pääosin tasaisia. Kosteikossa 5 – 8 m:n levyiset ja 0,9 – 1,3 m:n syvyiset ojat yhtyvät pääuomaksi. Keski- ja matalan veden aikoina vesi virtaa kosteikon läpi uomia pitkin. Kevään keskiylivettä vastaavat virtaamat leviävät koko laajalle kosteikkoalueelle. Veden viipymä on lyhimmillään (< 12 h) keskiveden (15–25 l s⁻¹ km⁻²) jaksoilla, mutta MHq:lla (90 l s⁻¹ km⁻²) yli 1 vrk:n.

Kosteikkoalueen maaperä on sekä turve- että kivennäismaata (savi-, hietta- ja hiesumaita) siten, että turvemaan osuus on hieman suurempi. Vuosina 1981 ja 1998 tehtyjen kasvillisuuskartoitusten mukaan kasvillisuus ei ole juurikaan muuttunut, vaan valtalajina on säilynyt korpikaisla. Viimeisimmän kartoituksen mukaan kaislikon keskellä on rantakukka- ja sarakasveja. Kosteikon reuna-alueille on muodostunut pajukoita.



Kuva 11. Siuntiossa sijaitsevan Flytträskin patoamalla toteutetun kosteikon kaaviokuva. Lähde: Koskiaho (2006).

Kaivamalla toteutettavat kosteikot

Tasaisilla alueilla kosteikon perustaminen edellyttää massiivikaivua. Kaivamalla tehtäessä kosteikon perustamiskustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin patoamalla tehtävissä kosteikoissa kaivumassojen suuren määrän vuoksi (ks. taulukko 8). Pienillä valuma-alueilla on kuitenkin mahdollista toteuttaa kaivamalla vesi-aiheiltaan ja muodoiltaan monipuolinen ja toimivuudeltaan hyvä kosteikko, kuten esimerkki Hovin tutkimuskosteikosta osoittaa (kuva 12). Etuisuutena kaivamalla tehtävässä kosteikossa on mm. patoihin usein liittyviltä tiiveys- ja eliöiden läpikulkuongelmilta välttyminen. Kaivamalla tehtävien kosteikkojen toteutusperusteena voi olla vesiensuojelun lisäksi mm. linnuston elinolojen ja metsästysmahdollisuuksien parantaminen, maisemakuvan parantaminen ja jossain tapauksessa myös virkistyskäyttö ja kosteikon hyödyntäminen kalojen tai rapujen kasvatuksessa.

Kaivamalla tehtävien kosteikkojen muotoilussa tulee ottaa huomioon kosteikkojen yleiset toimivuuden vaatimukset. Kosteikon alkupäähän tulee tehdä syväne, joka kerää kiintoainesta ja joka on helposti tyhjennettävissä. Kosteikon varsinainen syvä osa voidaan toteuttaa haluttuun kohtaan, ottaen huomioon mm. uoman näkyminen maisemassa. Erityistä huomiota kaivamalla tehtävissä kosteikoissa on kiinnitettävä rantojen muotoiluun. Jyrkät rannat syöpyvät helposti, mikä voi aiheuttaa veden pitkäaikaista samentumista.

Vaikka peltojen kuivatustilan säilyttäminen on yksi tärkeä näkökohta kaivamalla tehtävissä kosteikoissa, voidaan harkita esim. matalan kynnyksen rakentamista kosteikon purkupisteeseen. Vedenpinnan nousumahdollisuus ja kosteikon tilaavuuden kasvaminen parantaa myös kaivamalla tehtävän kosteikon toimivuutta suurilla virtaamilla. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty kaivamalla toteutetut Alastaron ja Rantamon kosteikot. Rantamon kosteikossa maata poistettiin vain hiukan ruokamultakerros-vahvuutta enemmän. Ympäröivien peltojen kuivatus on järjestetty pengertämällä ja pumppuasemalla.

Hovin kosteikko

Pinta-alaltaan 12 ha:n suuruinen Hovin valuma-alue kuuluu ympäristöhallinnon ylläpitämään ns. pienten valuma-alueiden verkostoon. Alueen hydrologiaa ja valumavesien laatua on seurattu säännöllisesti jo 1960-luvulta lähtien. Hovin kosteikko (kuva 12) perustettiin v. 1998 esittely- ja tutkimuskosteikoksi. Kyseessä on yksi ensimmäisistä Suomeen rakennetuista maatalouden vesiensuojelukosteikoista, jossa suunnittelun lähtökohtana käytettiin olemassa olevaa tietoa puhdistusmekanismeista ja niihin vaikuttavista kosteikon rakenneratkaisuista. Hovin valuma-alue on kokonaan viljelykäytössä ja keskikaltevuudeltaan (2,8 %) suhteellisen jyrkkä.

Valunnalle on ominaista suuri vuodenaikainen vaihtelu pienelle peltovaluma-alueelle tyypilliseen tapaan. Valuma saattaa keskitalvella ja keskikesällä lakata kokonaan ja kasvaa taas tulvahuippuina jopa $240 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}$:iin. Kosteikon 0,6 ha:n pinta-ala on valuma-alueeseen nähden suuri (5 %), mikä takaa siihen virtaavalle vedelle pitkän (n. 1,5 vrk) viipymän myös keskimääräisen ylivirtaaman (MHQ) aikaan. Kosteikon alkupäähän heti tulouoman jälkeen kaivetun syvänneosan maksimisyvyys tulva-aikana on n. 1,8 m. Vesisyvyys syvänneosan ja matalan kasvillisuusosan välillä pienenee tasaisesti. Alueita erottaa niiden välissä virtaussuunnassa poikittainen, entiseen ojaan muodostunut osmankäämikasvusto.

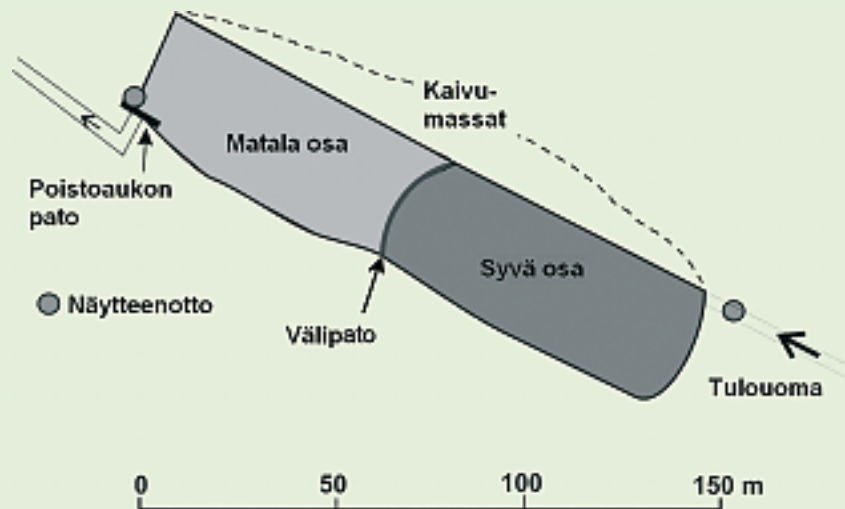
Kosteikon rakennuspaikka oli osittain vuosikymmeniä lannoitettua entistä peltoa. Noin 30 cm:n kerros ruokamultaa poistettiin veden peittämäksi tarkoitettulta alueelta. Toimenpiteellä haluttiin välttää fosforin liukenemista fosforipitoisesta muokkauskerroksesta. Toisaalta alapuolinen maakerros osoittautui laboratorio-analyyysien perusteella runsaasti rautaa ja alumiinia sisältäväksi maaksi, jolla on hyvä fosforinpidätyskapasiteetti. Intensiivisen vedenlaadun seurantajakson (1999–2000) aikana kasvillisuutta oli Hovin kosteikossa vähän, lähinnä em. poikittaisella kasvillisuusvyöhykkeellä ja kosteikon reunoilla. Nykyisellään kosteikko on syvänneosaa lukuun ottamatta tiheän kasvillisuuden (osmankäämi) peitossa.



Kuva 12. Vihdissä sijaitsevan osittain massiivikaivuna ja osittain pengertämällä toteutetun Hovin maatalouskosteikon kaaviokuva. Kosteikko toteutettiin Life/VIHTA projektissa esittelykosteikoksi Lähde: Puustinen (2001), Koskiahho (2006).

Alastaron kosteikko

Kosteikko on perustettu v. 1996 paikallisen viljelijän aloitteesta maatalouden ympäristötuen erityistukirahoituksella. Kosteikon yläpuolisesta, topografialtaan tasisesta valuma-alueesta 90 % on viljelykäytössä. Alastaron kosteikko on muodoltaan suorakaiteen muotoinen allas, joka jakautuu kahteen pinta-alaltaan likimain samansuuruiseen osaan (kuva 13). Alkupään avovesipintaisen osan keskisyvyys on tulva-aikana n. 1,25 m. Loppupään kosteikkomainen matala osa on tiheän kasvillisuuden (osmankäämi) peittämä. Kosteikon kokonaispinta-ala (0,48 ha) on 0,5 % valuma-alueesta ja tulva-aikainen nimellisiipymä n. 6 h.



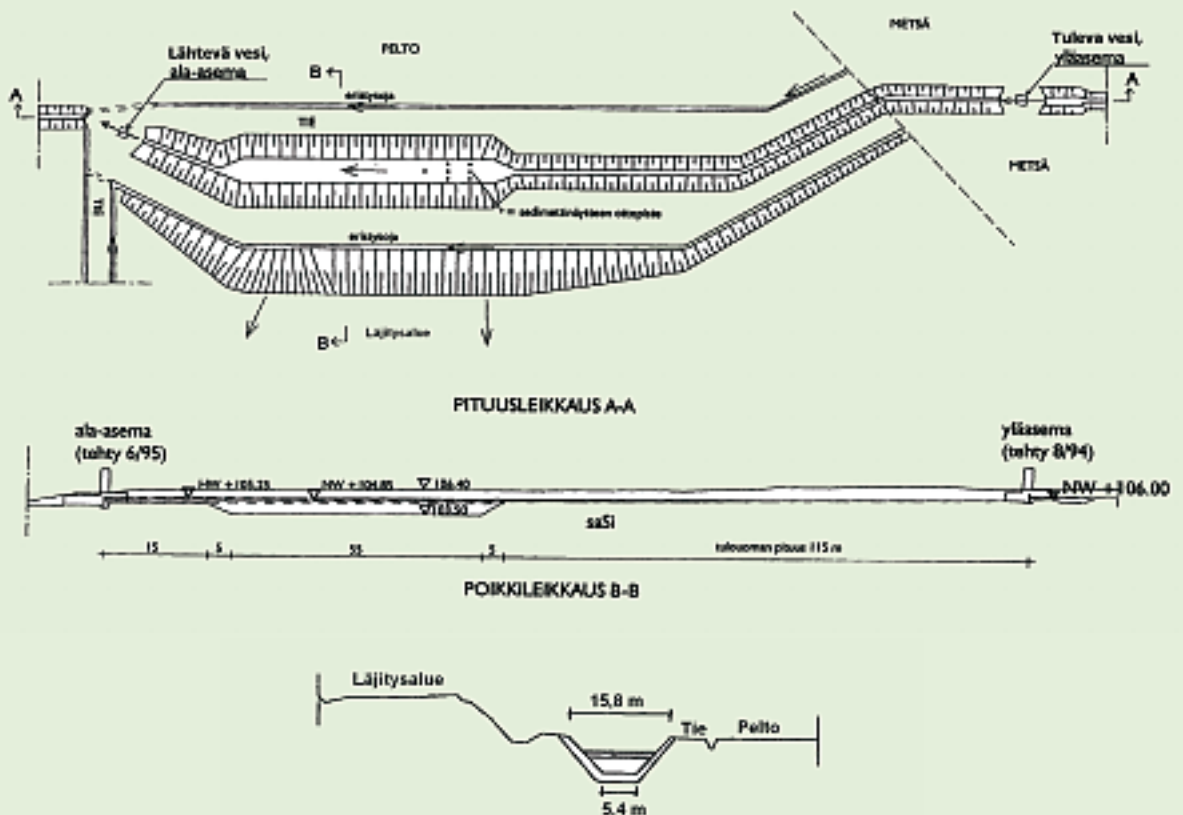
Kuva 13. Alastarossa sijaitsevan massiivikaivuna toteutetun maatalouskosteikon kaaviokuva. Lähde: Koskiahho (2006).

Laskeutusaltaat

Mikäli varsinaisen ravinteita pidättävän ja pinta-alaltaan laajan kosteikon toteuttaminen ei ole mahdollista, voi joissakin tapauksissa laskeutusallas olla hyvä ja perusteltu toimenpide. Herkästi syöpyvässä maaperässä, jossa veden mukana kulkeutuu runsaasti kiintoainesta, laskeutusallas pidättää osan kiintoaineksesta, kun veden virtausnopeus altaassa hidastuu. Laskeutusallas pysäyttää myös uoman pohjalla kulkeutuvaa ainesta. Laskeutusallas on kosteikkoa pienempi rakenne, väh. 0,1–0,2 % valuma-alueen pinta-alasta. Suomessa ympäristötuella toteutetuista kosteikko- ja laskeutusallashankkeista pääosa on juuri pieniä allastyypisiä ratkaisuja. Kuvassa 15 on esitetty tutkimushankkeena tehty Tuijanpuron laskeutusallas.

Tuijanpuro

Tuijanpuron laskeutusallas (kuva 15) sijaitsee Kymijoen vesistöalueen latvaosissa olevan Rautalammin reittivesistön alueella. Altaan yläpuolinen valuma-alue on kooltaan 1,2 km² ja maankäytöltään pääasiassa metsää pellon osuuden ollessa 21 %. Allas on mitoitukseltaan kosteikkoihin verrattuna vaatimaton; pinta-alaltaan ainoastaan 0,06 ha:n suuruinen eli 0,05 % valuma-alueesta. Toisaalta valuma-alueen valtamaalajit ovat savea paremmin laskeutuvaa hietaa ja hiesua. Altaan keskisyvyys on 1,4 m ja sen vedenpintaa säätelee poistoaukolle tehty, rumpuun rakennettu v-aukkopato. Vedenkorkeuden vaihtelu altaassa on n. 40 cm.



Kuva 15. Rautalammillä sijaitsevan Tuijanpuron laskeutusaltaan kaaviokuva. Lähde: Häikiö (1998).

6.1.4

Pienet lietekuopat

Lietekuopilla tarkoitetaan uomaan tehtäviä syvennyksiä, jotka toimivat karkean pohjakulkeuman pysäyttäjinä. Lietekuoppia on tehty lähinnä metsätalousalueilla, mutta niillä voi olla merkitystä myös maatalousalueilla etenkin hiekkamailla. Lietekuopat tyhjennetään säännöllisesti niiden täytyessä kiintoaineksesta. Lietekuopilla ei ole vesiensuojelullista merkitystä ravinteiden kannalta, mutta pysäyttäessään kiintoainesta ne parantavat alapuolisen uoman ekologista tilaa. Kiintoaineksen pysäyttäminen parantaa mm. kalaston elinolosuhteita. Kutusoraikot pysyvät paremmin puhtaina ja uomia muutenkin yksipuolistava tasalaatuinen, pohjaa peittävä aineskulkeuma vähenee.

6.1.5

Peräkkäiset pohjakynnykset, allasketjut ja kunnostettavat uomat

Matalilla pohjakynnyksillä voidaan lisätä vesitilavuutta itse uomassa ja estää uoman syöpmistä. Uomaan syntyvät padotusalueet voivat toimivia lähinnä vain kiintoaineen pidättäjiä karkeilla maalajeilla. Yksittäisinä ratkaisuin niiltä ei voida odottaa kovin suurta vesiensuojelutehokkuutta, koska niillä ei päästä varsinaiseen pitkää viipymää edellyttävään liukoisten ravinteiden pidättämiseen. Valtaojaan tai purouomaan pitemmälle osuudelle sijoiteltavina allasketjuina niiden yhteisvaikutus voi olla kuitenkin merkittävä, varsinkin jos hanke toteutetaan ns. luonnonmukaisen vesistöarakentamisen periaatteita noudattaen. Pienimuotoisilla toimenpiteillä voidaan pysäyttää uomien kiintoaineskulkeumaa, mikä luo edellytyksiä alemman uomaosuiden ekologisen arvon parantumiselle.

Ojan reunapensaikko ja vesikasvillisuus hidastavat veden virtausta ja mahdollistavat jossakin määrin typen ja fosforin poistamista. Jos uoman annetaan lisäksi mutkitella, veden viipymä kasvaa verrattuna kanavamaiseen kuivatusojaan. Tällöin lopputuloksena muodostuu uoma, jossa on kiintoainetta kerääviä tulva-alueita ja uomalaajennuksia. Mutkittelevaan uomaan muodostuu myös virran oman toiminnan tuloksena syvyysvaihtelua. Uoman monimuotoisuus luo edellytyksiä myös vesieliöstölle, kuten kaloille ja ravuille.

6.1.6

Tulva-alueiden palauttaminen

Tulva-alueilla veden virtausnopeus alenee veden levittäytyessä laajemmalle alueelle, jolloin kiintoaines laskeutuu tulva-alueen kasvillisuuden joukkoon (kuva 16). Tulva-alueilla on havaittu tapahtuvan myös denitrifikaatiota. Tulva-alueiden palauttaminen on suositeltavaa etenkin silloin, kun uoman yhteydessä on selkeä, pellon pintaa alempana oleva tulvatasanne. Myös vaikeasti viljeltävien, tulvivien peltoalueiden palauttamien tulva-alueiksi on suositeltavaa. Tulva-alue soveltuu usein myös kosteikon perustamiseen, mutta aina ei vedenpinnan pysyvämpi nostaminen ole esim. kuivatussyvyyden takia mahdollista. Tällöin voidaan harkita myös aikaisemman perkaustoimenpiteiden palauttamista vastaamaan enemmän alkuperäistä luonnontilaa, jolloin uoman tulvimistaipumus lisääntyy. Pohjan tasoa voidaan nostaa kynnyksillä ja uomaa voidaan kaventaa kivien avulla. Mikäli uomaa on suoritettu voimakkaasti ja perkauksen kuivatushyöty kyseisessä paikassa ei enää ole ajankohtainen, voidaan harkita myös uoman alkuperäisen, kapean ja mutkittelevan uomalinjauksen palauttamista. Tällöin myös tulva-alue yleensä palautuu, kun kapeaan uomaan mahtuu vain normaaliveirtaama ja tulvavirtaama leviää tulva-alueelle.

Entisten maanottopaikkojen kunnostus

Peltoalueilla on usein vanhoja savenottopaikkoja, jotka ovat veden täyttämistä lammi-
koina peltoalueiden keskellä tai uomien varressa. Ne tuovat arvokkaan lisänsä luon-
non monimuotoisuuteen. Erityisesti ne voivat olla arvokkaita vesilintujen pesimä- ja
levähdyspaikkoja. Joskus niihin voidaan helposti johtaa myös läheisen uoman vir-
tausta. Tällöin, varsinkin jos niitä voidaan muotoilla ja laajentaa, niistä voidaan saada
aikaan laskeutusaltaan tai kosteikon tapaan toimivia vesiensuojelurakenteita.

Kosteikkojen suunnittelu

Kosteikon yleinen muoto ja pinta-ala

Kosteikon muodon suunnittelua ei yksityiskohtaisesti voida ohjeistaa, koska sen lo-
pullinen muoto riippuu paljolti maaston korkeussuhteista, peltokuvioden muodoista
ja kosteikkoon käytettävissä olevista muista alueista. Etenkin kaivamalla tehtävissä
kosteikoissa lopputulos riippuu lisäksi suunnittelijan kokemuksesta ja luovuudesta.
Kosteikon yleinen muoto on hahmoteltava jo suunnittelun ensivaiheessa siten, että
perustamispaikan koko ala tulee hyödynnetyksi mahdollisimman hyvin. Hahmotel-
maan sisällytetään veden tulo- ja poistoalueet, kosteikon reunapenkereet ja padot.
Rajoituksia tulee lähinnä itse perustamispaikasta ja toisaalta toteuttamistavasta. Kos-
teikon toiminnalliset osat sijoitetaan yleishahmotelman rajaamalle alueelle.

Myllypuron tulva-alueen palauttaminen

Tulva-alueilla on tärkeä merkitys vesistön virtaamasuhteiden tasapainottamisessa.
Kun uomassa virtaava vesi pääsee tilapäisesti levittäytymään laajemmalle alueelle,
alapuolisen vesistönosan huippuvirtaamat vastaavasti pienenevät. Asutuksen ja
rakenteiden suojeleminen tulvilta on tarpeen, mutta tulviville peltoalueille py-
ritään nykyisin etsimään vaihtoehtoisia hoitomuotoja kosteikkoina tai pysyvinä
nurmialueina. Kuivatettuja tulva-alueita on suositeltavaa myös palauttaa, jolloin
alueiden hoitoon on mahdollista saada maatalouden ympäristötukea. Palauttami-
nen tulva-alueeksi on mahdollista myös, jos intensiivinen maatalous on alueelta
muutoin päätynyt ja kun tulva-alue voidaan palauttaa luonnon monimuotoi-
suutta edistäväksi alueeksi. Tulva-alueita voidaan palauttaa myös suurempien
uomien yhteyteen.

Esimerkkinä tulva-alueen palautuksesta on Espoossa sijaitsevaan Nuuksion kan-
sallispuistoon liitetty Myllypuron laakso, jossa ennallistettiin perattua purouomaa
ja palautettiin samalla tulva-alueita. 1960-luvulla peltoalueiden kuivattamisen ta-
kia suoritetulle puro-osuudelle kaivettiin vuonna 2003 luonnontilaista vastaava,
mutkitteleva ja kapea uoma, jonka vedenjohtokykyä uoman kapeus rajoittaa. Tulva
alkoi tämän jälkeen uudelleen nousta kuivatetuille, jo metsittyneille peltoalueille
koko laakson leveydeltä. Uutta uomaa kaivettiin 650 metriä, jolloin syntyi 4 heh-
taaria tulva-alueita. Vanha suoristettu uoma täytettiin uudesta uomasta ja pysy-

vävetiseksi kosteikoksi kaivetulta alueelta. Kosteikko lisää osaltaan purolaakson monimuotoisuutta. Hankkeen kokonaiskustannukset olivat noin 15 000 euroa, josta suurin osa muodostui vanhan suoran uoma täyttämiseen liittyneestä maansiirrosta. Tulva-alueen puustoa on raivattu ja aluetta hoidetaan hevoslaitumena.

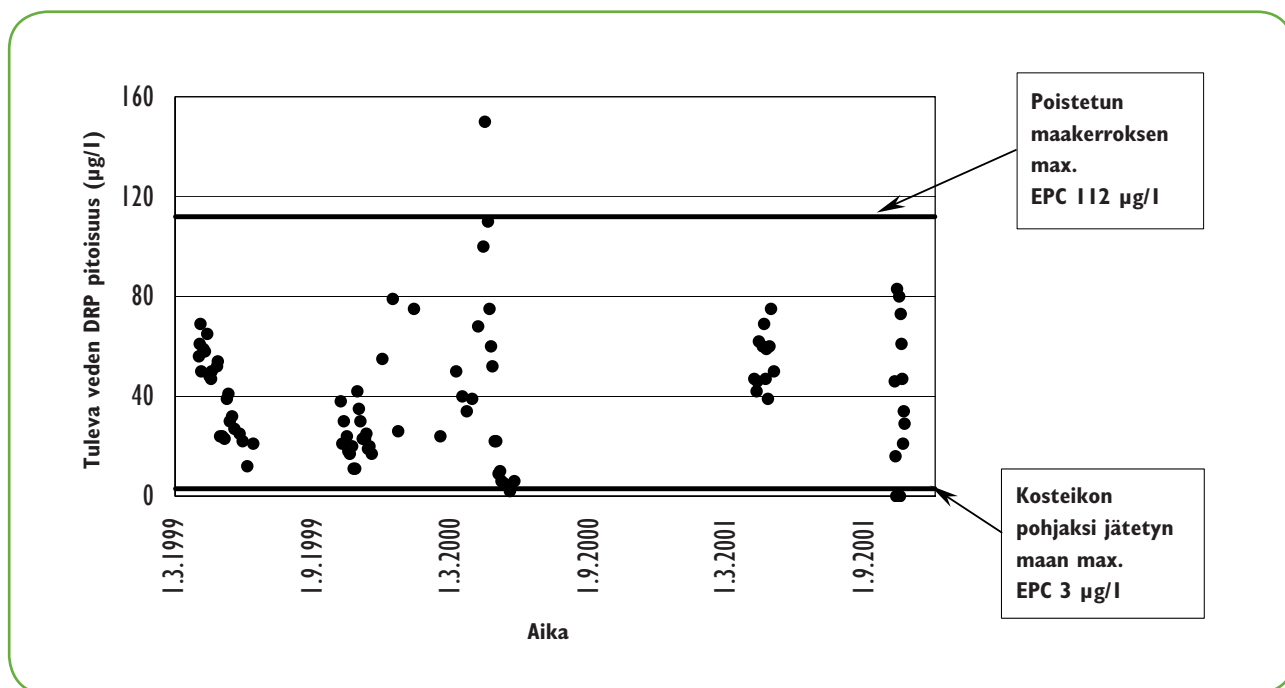


Kuva 16. Nuuksion Myllypuron laakson laitumena hoidettavaa tulva-aluetta, joka palautettiin puron ennallistuksen yhteydessä. Kuva: Ari Raatikainen

6.2.2

Maa-aineksen ominaisuudet ja soveltuvuus kosteikon pohjamateriaaliksi

Kosteikon pohja ja sen muoto veden peittämällä alueella (ks. kuva 23) on keskeinen toiminnallinen elementti. Maa-aineksen ominaisuuksista riippuu, kuinka paljon maa-ainesta tulee tai kannattaa poistaa koko kosteikkoalueelta. Runsaasti fosforia sisältävä maakerros, erityisesti vanhoilla peltomailla, tulee poistaa kokonaan pysyvästi veden alle jäävältä osalta. Kuvassa 17 on esitetty Hovin kosteikolla maa-ainekseen sitoutuneen ja vedessä liukoisessa muodossa olevan fosforin tasapainotilanne. Maa-aines joko sitoo tai luovuttaa fosforia hakeutuessaan veden kanssa tasapainotilaan. Ruokamulta poistetaan vähintään 15 cm:n paksuudelta. Peltojen ulkopuolelle toteutettavan kosteikon alle jäävän maan pintakerros voidaan jättää poistamatta, mikäli maakerrokseen ei ole varastoitunut fosforia. Esim. karummilla metsämailla ohutta humuskerrosta ei ole syytä poistaa kosteikkoa perustettaessa.



Kuva 17. Fosforipitoisen pintakerroksen ja pohjamaan fosforin tasapainopitoisuus (EPC, vaaka-viivat) maa/vesisuspensiossa sekä Hovin kosteikkoon tulevan veden liukoisen fosforin pitoisuus (pisteet). Pohjamaa kykenee sitomaan fosforia kosteikkoon tulevasta vedestä. Pintamaa taas olisi luovuttanut lisää fosforia veteen, ellei sitä olisi poistettu. Lähde: Koskiaho et al. (2003).



Kuva 18. Kosteikon penkereen ja kallio-muodostuman maisemallisesti juoheva yhdistäminen. Kuva: Jukka Jormola.

Kosteikkorakenteet, padot, penkereet ja niemekkeet rakennetaan paikalla olevasta materiaalista. Tiivis kivennäismaa soveltuu penkereiden rakentamiseen ja runsaasti orgaanista ainesta sisältävä maa penkereiden ja muiden pysyvästi vedenpinnan yläpuolelle jäävien alueiden viimeistelyyn. Massatasapaino edellyttää, että kosteikkoalueelle ei tuoda eikä sieltä viedä – mahdollisesti kuorittua pintamaata lukuun ottamatta – materiaalia muualle. Siten suunnittelussa maa-aineksen kaivu ja käyttö on saatava tasapainoon, jos halutaan välttää kuljetusten aiheuttamia ylimääraisiäs kustannuksia. Toisaalta kosteikkoalueelta poistettu viljava ruokamulta on arvokasta materiaalia, joka kannattaa hyödyntää käyttämällä sitä peltöjen maanparannukseen.

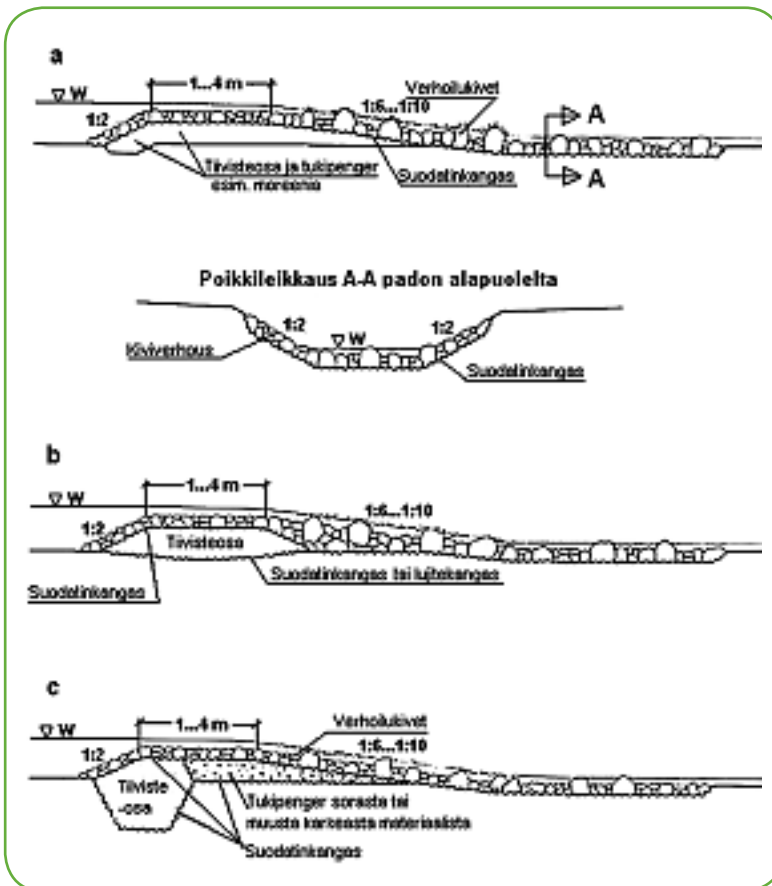
6.2.3

Padotus- ja juoksutusrakenteet

Kosteikon vaatima keskeinen rakenne on pato ja siinä oleva juoksutuskynnys tai ylivirtausaukko veden hallitukseksi johtamiseksi kosteikosta. Pato suunnitellaan mahdollisimman matalaksi rakenteellisten kestävyysriskien ja kustannusten vuoksi. Maaston muodoista riippuen kosteikko voidaan perustaa myös osittain tai kokonaan pengertämällä. Hovin kosteikossa varsinainen ylijuuksutuspato veden purkautumispisteessä on rakenteellisesti vaatimaton teräksestä tehty v-pato, mutta kosteikon toinen reuna on toteutettu kokonaan pengertämällä. Penger on tehty kiinteäksi maapadoksi (kuva 18) ja yhdistetty juohevasti luonnollisiin maastokohteisiin.

Padotuskorkeutta harkittaessa on otettava huomioon padotuksen vaikutus yläpuoliselle viljeltävälle peltoalueelle. Suurin vettymisvaikutus tulee yleensä kosteikon ympärille jätettävälle suojavyöhykkeelle. Erikseen on harkittava, miten korkealle kosteikon vesi voi nousta kosteikon tulva-alueelle ja suojavyöhykkeelle väliaikaisesti tulvatilanteessa. Kosteikon vedenpinnan nousu runsaan virtaaman aikana lisää kosteikon vesitilavuutta ja toimivuutta merkittävästi. Lyhytaikaisesta veden pinnan noususta ei yleensä ole haittaa esim. salaojien toiminnalle

Kosteikon vesipinta säädellään poistouomassa kiinteällä kynnyksellä. Ylivirtausaukon muoto vaikuttaa siihen, missä määrin veden pinta nousee kosteikossa tulvavirtaamilla. Mitä kapeampi ylivirtausaukko on, sitä enemmän kosteikolle muodostuu vedenpinnan vaihtelua ja samalla tulvavesien säätely- ja viivytykskapasiteettia. Ylivirtausaukon suositeltavin rakenne on luonnonkivillä verhoiltu luonnonkoskea muistuttava uoma, joka on maisemallisesti mielenkiintoinen ja mahdollistaa kalojen ja muiden eliöiden vapaan liikkumisen (kuvat 19 ja 20). Vedenpintaa säätelevä kynnyks voidaan tehdä lähekkäin asetelluista pystyseinäisistä luonnonkivistä, jolloin niiden väliin jäävä rako nostaa helposti veden pintaa. Rakomainen kynnyks voidaan tehdä myös esim. puusta. Alivirtaamia varten voidaan tehdä myös pieneksi mitoitettu putki, jolloin tulvavirtaamia varten tehdään erillinen ylisyoökykynnyks.



Kuva 19. Maarakenteisia pohjapatoja, jotka soveltuvat kosteikkojen sekä kosteikko- ja allasketjujen padoiksi. Loiva koskimainen veden juoksutus mahdollistaa kalan nousun padon yli.

a: huonosti vettä läpäisevällä, painu-mattomalla maapohjalla
b: painuvalla maapohjalla, padon harjaa korotetaan tarvittaessa
c: läpäisevällä maapohjalla, patoon rakennetaan tiivistesydän.
Piirros: Ruohutala (1996).



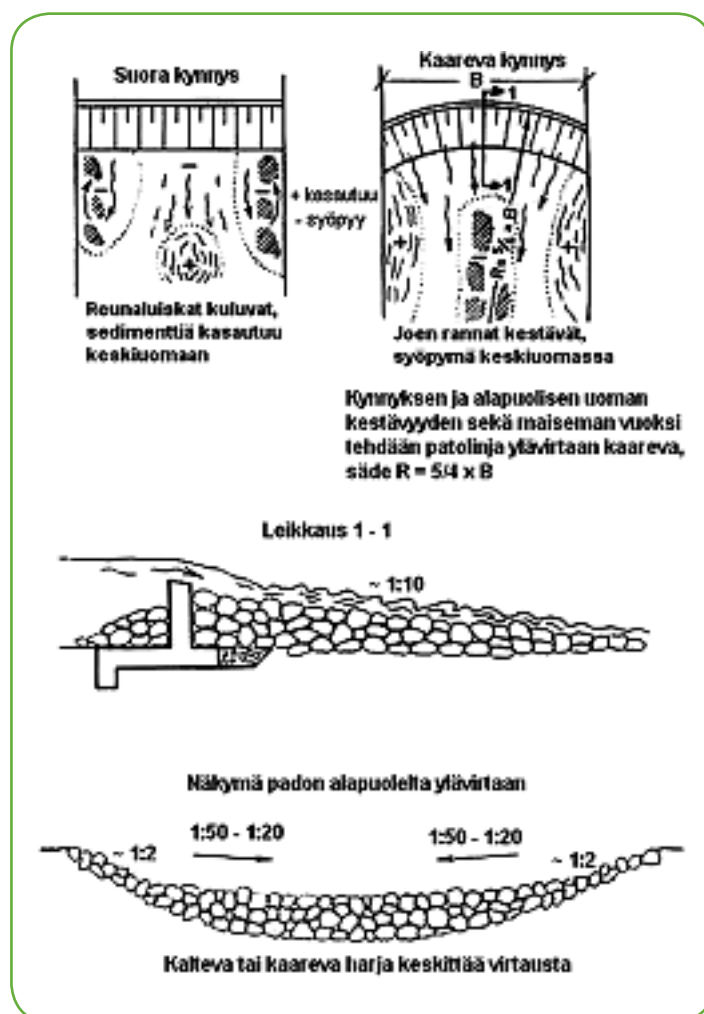
Kuva 20. Patoamalla toteutetun allasmaisen kosteikon purkupisteen ylijuuksutus. Padon harjalle toteutettu alivirtaama-aukko mahdollistaa kalan nousun myös pienempien virtaamien aikana. Kuva: Janne Pitkänen.

Uoman luiskien kulumista padon alapuolisella osuudella voidaan vähentää muotoilemalla pato kaarevaksi, mikä ohjaa veden virtausta uoman keskelle (kuva 21). Padotus voidaan toteuttaa myös tierummussa v-padolla (kuva 22), joskaan padotuskorkeutta ei voida nostaa tierungon vettymisriskin vuoksi muutamaa kymmentä senttiä enempää. Rumpujen käyttö patorakenteissa soveltuu lähinnä osaksi pienistä kosteikoista muodostuvaa kosteikkoketjua. Myös rummun alapuolinen uoman osa on vahvistettava.

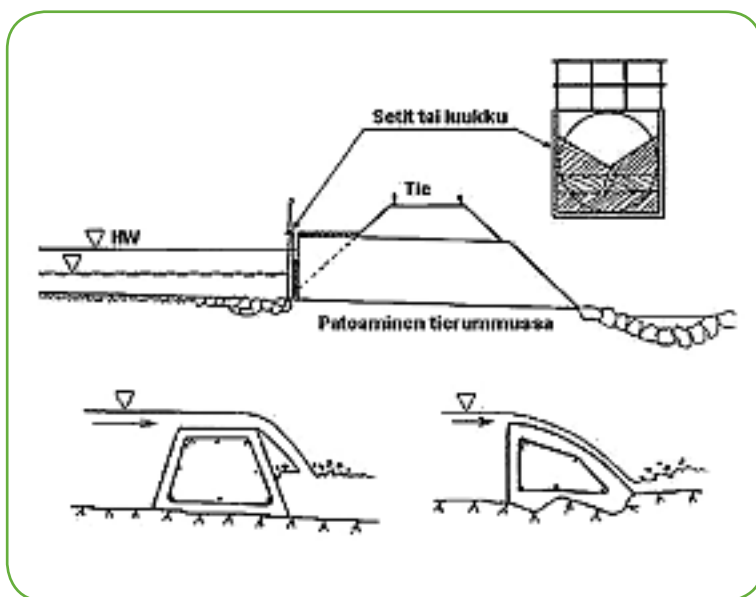
Jos vedenpinnan vaihtelun mahdollistamiseksi tarvitaan teknisiä vedenpoistorakenteita, kalan kulku voidaan järjestää puromaista, maastoa mukailevaa ohitusuomaa pitkin. Ohitusuoman yläpää kannattaa tehdä padon päähän luonnonmaaston puolelle, jolloin tulvavirtaamien syövyttävä vaikutus ei kohdistu patorakenteisiin. Ohitusuoma voidaan linjata vinottain padon sivua, jolloin siihen on mahdollista saada tarvittavaa loivuutta kalan kulkua varten.

Jos kosteikon toimintaa on tarkoitus seurata ja tutkia siten, että tarvitaan tarkkaa tietoa virtaamaan suuruudesta ja vaihteluista, on ainakin kosteikon poistouomaan – mieluiten myös tulouomaan – syytä rakentaa mittapato, jonka purkautumiskäyrä tunnetaan. Siten saadaan määritettyä kutakin havaittua vedenkorkeutta vastaavat virtaamat ainevirtaamien ja –poistumien laskentaa varten.

Hoitotöiden suorittamista varten voi olla tarpeen kuivattaa kosteikko ajoittain. Kuivattamista varten voidaan rakentaa säädettävä ja aukaistava padon munkkirakenne tai vaihtoehtoisesti padon ali kulkeva, helposti suljettavissa ja avattavissa oleva putki. Tyhjennysputki voidaan riittävän pitkänä tehdä myös loivamuotoisen patopenkereen ali.



Kuva 21. Kynnyksen muodon vaikutus uoman rantojen syöpymiseen. Virtausta voidaan ohjata padon kaarevalla muodolla keskiuomaan, jolloin luiskien syöpyminen vähenee. Piirros: Ruohutla (1996).



Kuva 22. Patoaminen tierummalla ja kalliolle perustettuja betonikynnyksiä. Piirros: Ruohtula (1996).

6.2.4

Veden johtaminen kosteikkoon

Tyypillisesti vesi johdetaan kosteikkoon yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa valta-ojaa tai purouomaa pitkin. Tulouomaa voidaan leventää ja muotoilla loivasti mutkittelevaksi jo ennen varsinaista kosteikkoaluetta (ks. kuva 12). Tulouomaan voidaan kaivaa myös syväne, joka on helposti tyhjennettävissä kaivamalla. Näin saadaan virtausta hidastumaan ja karkeinta kiintoainetta pidättymään jo tulo-uomassa, jossa kasvillisuuden tihentyminen entisestään tehostaa mainittuja mekanismeja. Isomman uoman (puron) yhteyteen tehtäviin kosteikkoihin, kuten tulvaniityille, vesi ei em. tapaan tule pistemäisesti uomaa myöten vaan nousevan tulvaveden mukana. Vedennousua kosteikkoon tai tulva-alueelle voidaan tehostaa uomaan tulva-alueen alapuolelle rakennettavalla pohjapadolla sekä tulva-alueelle johtavilla ojanteilla.

6.2.5

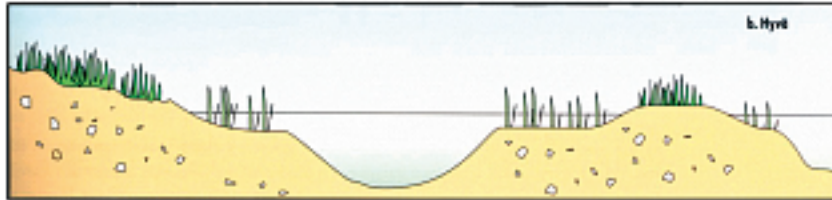
Syvänteet ja avovesipintaiset osat

Allaskosteikon alkupäähän heti tulouoman jälkeen on suositeltavaa kaivaa syvänealue, joka jää pysyvästi avovesipintaiseksi (ks. kuva 12). Syvänteen tulisi olla kuivanaikin aikana vähintään 1 m syvyinen. Laajuudeltaan syvänealueen tulisi olla sen verran suuri, että maisemaa elävöittävä avovesipinta kunnolla erottuisi muusta kosteikosta. Vaikka syvänteen tärkein vesiensuojelullinen tarkoitus onkin toimia kiintoaineen pidättäjänä, siellä on lisäksi suuresta vesisyvyydestä aiheutuvan hapettomuuden ansiosta suotuisat olosuhteet tyypeä kaasumaiseen muotoon muuttavalle denitrifikaatioprosessille.

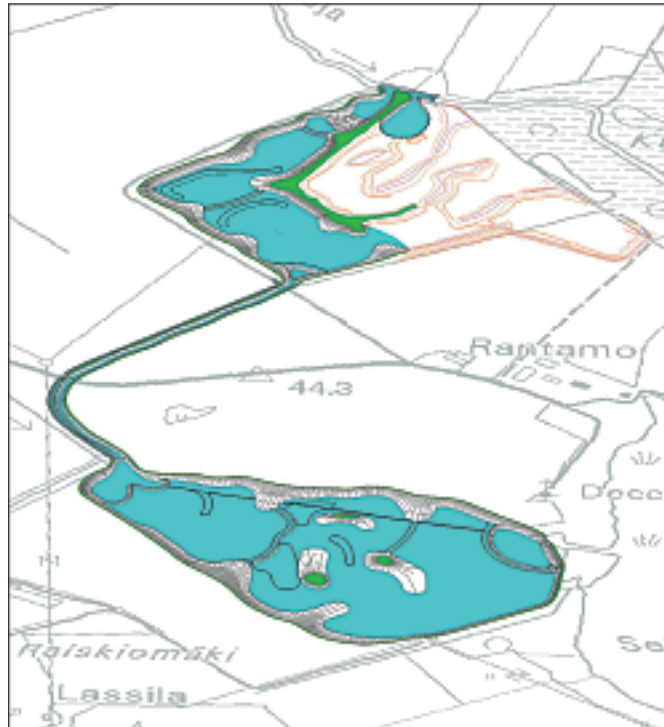
Patoamalla tehtävään kosteikkoon muodostuu usein syvämpi osa laakson alimpaan kohtaan lähelle patoa. Kosteikon toiminnan kannalta on tällöin varmistettava syvänteen riittävä kunnossapito ja orgaanisen aineksen ajoittainen poisto, jotta mahdollinen pohjan läheinen hapettomuus ei aiheuttaisi ajan mittaan ravinteiden liikkeellelähtöä kosteikosta tulvatilanteessa.



Kuva 23. Kosteikon poikkileikkaus pyritään aina saamaan vesisyvyydeltään vaihtelevaksi, mikä luo monimuotoisen kasvualustan kosteikkokasvillisuudelle (ks. taulukko 6). Kuva: Metsälehti Kustannus (2000).



Kuva 24. Rantamo-Seittelin kosteikko, johon on suunniteltu kosteikon ylittäviä vedenalaisia harjanteita virtauksen tasaamiseksi kosteikon poikkileikkauksessa ja siten hydraulisen tehokkuuden parantamiseksi. Molempien kosteikkojen vedentulo- ja lähtöalueelle on suunniteltu syvänteet kiintoaineksen laskeutumista varten ja toisaalta veden virtauksen rauhoittamiseksi. Lähde: Puustinen ym. (2005).



6.2.6

Matalan veden alueet ja vedenalaiset harjanteet

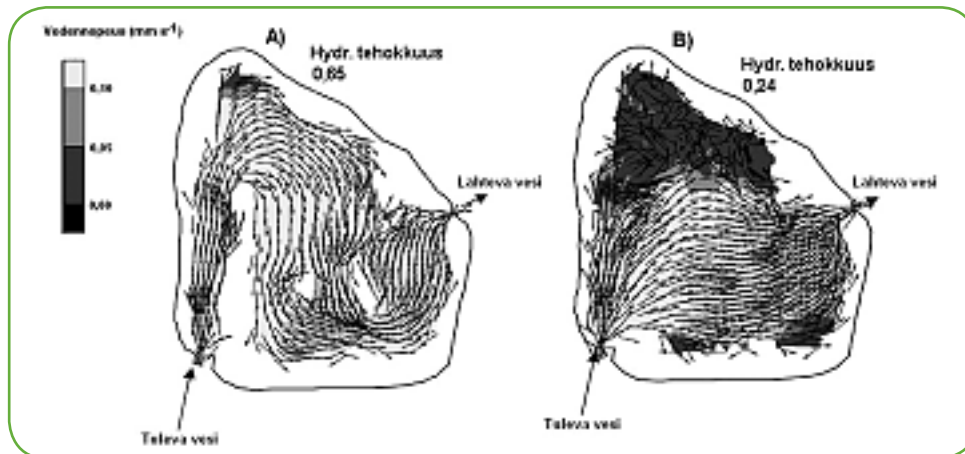
Kosteikon matala osa toteutetaan peltoalueella kuorimalla ravintekas ruokamulta kosteikon ulkopuolelle. Pohjamaa sitoo itseensä kosteikkoon tulevaan veteen liuenutta fosforia, mihin kosteikon matalat osat tarjoavat hyvät edellytykset. Laajempi matala osa suositellaan tehtäväksi kosteikon viimeiseen vaiheeseen, jolloin voidaan varmistaa kosteikosta lähtevän veden hapekkuus ja estää ravinteiden liikkeelle lähtöä. Matalia osia voidaan tehdä kosteikkoon myös muutoin syvän ja avovetisen kosteikon keskelle poikittaisina, tasaisiksi muotoiltavina vedenpinnan alle jäävinä harjanteina, joilla voidaan ohjata veden virtaus tasaisesti kosteikon läpi. Harjanteisiin voidaan käyttää kosteikon syvistä osista kaivettavaa perusmaata. Vedenalaisten harjanteiden avulla voidaan turvata tasainen virtaus kosteikon läpi myös siinä tapauksessa, että kosteikon yleisilme ja mahdollinen laajempi vesipinta halutaan säilyttää yhtenäisenä, ilman vesipintaa katkaisevia niemekkeitä.

Matalavetisiin, alle puolen metrin syvyisiin kosteikon osiin kasvaa helposti vesikasvillisuutta, joka parantaa kosteikon kokonaistehokkuutta ravinteiden poistossa. Vesikasvillisuuden kasvua tulisi ohjata siten, että kasvillisuuden keskelle ei muodostu oikovirtauksia aiheuttavia virtausuomia.

Niemekkeet ja rantaviivan muotoilu

Kosteikkoon kaivettavan syvännöosan kaivumassoista voidaan muotoilla kosteikon matalaan osaan virtausta ohjaavia niemekkeitä ja saaria, jotka parantavat kosteikon hydraulista tehokkuutta (kuva 25) ohjaamalla virtausta tasaisesti kosteikon läpi. Ne edistävät myös kosteikon biologista monimuotoisuutta lisäämällä veden ja maan vaihtumisvyöhykkeitä eri puolilla kosteikkoa (kuva 26). Lisäksi ne monipuolistavat kosteikon ulkoista ilmettä ja antavat kosteikolle maisemallista vaihtelevuutta. Jossakin tapauksessa voidaan kuitenkin haluta kosteikkoon laaja yhtenäinen vesipinta. Tällöin kosteikon läpi tapahtuva tasainen virtaus voidaan turvata edellä mainituilla vedenalaisilla harjanteilla.

Ranta-alueiden ja saarien muotoilussa on tärkeää, että rantaviiva muotoillaan pääosin loivaksi. Näin helpotetaan kasvillisuuden juurtumista niihin, ehkäistään niiden eroosiota ja saavutetaan maisemallisesti paras lopputulos. Loivamuotoiset rantavyöhykkeet, joihin vedenpinnan vaihdellessa muodostuu lieterantoja ennen vesikasvillisuuden kasvamista, ovat arvokkaita muuttavien lintujen, kuten kahlaajien ruokailupaikkoja. Saarekkeet ovat hyödyllisiä esimerkiksi vesilintujen suojaisina pesimäympäristöinä.



Kuva 25. 2-dimensionaalisella virtausmallilla simuloidut virtausnopeudet ja -suunnat tyypillisessä tulvatilanteessa (A): Hovin kosteikossa ja (B): teoreettisessa tilanteessa, jossa kosteikkoon ei olisi rakennettu maakannaksia. Kuvassa on esitetty kummallekin toteuttamismahdollisuudelle laskettu hydraulinen tehokkuus. Lähde: Koskiaho (2006).



Kuva 26. Hovin kosteikkoon suunniteltu niemeke, jossa on kaareva rantaviiva ja hyvin loiva luiska. Loiva kaltevuus matalassa vedessä suosii kahlaajia. Kuva: Jukka Jormola.

Kasvillisuusvyöhykkeet

Kosteikon kasvillisuuden perustaminen tehdään yhdistäen kasvillisuuden kylvöjä ja istutuksia sekä luonnollista kasvien leviämistä. Käytettävä kasvilajisto valitaan rakennettavien alueiden lähistössä jo luontaisesti kasvavista lajeista ja paikallisia kantoja pyritään käyttämään mahdollisimman paljon. Materiaalina voidaan käyttää myös ostosiemeniä sekä ostotaimia. Taulukossa 6 on esitetty tavanomaisia kasveja ja niiden kasvupaikka suhteessa rantaviivaan.

Kosteikon alkupäähän kaivetusta syvänteestä virtaussuuntaan päin mentäessä kosteikko voidaan muotoilla siten, että vesisyvyys pienenee tasaisesti. Vaihtuva vesisyvyys luo hyvät kasvuedellytykset monille kosteikkokasvilajeille.

Toinen tapa on erottaa syvä allasosa ja matala kasvillisuusosa selvästi toisistaan esim. kivillä verhoillulla harjanteella, joka saattaa kuivina aikoina jäädä vedenpinnan yläpuolelle. Pääosan kasvillisuudesta kannattaa antaa muodostua kosteikkoon luontaisesti, jolloin kosteikon valtaa usein osmankäämi tai korpikaisla. Kasvien luontaisen leviämisen lisäksi voidaan istuttamalla ja kylvämällä luoda erilaisia pienempiä kasvillisuusvyöhykkeitä.

Tarvittava kasvimateriaali hankitaan kohdealueelta tai lähialueelta samankaltaiselta habitaatilta. Suurimittainen täysikokoisten kasvien siirtäminen voi olla haitaksi kasvupaikalle, josta materiaali hankitaan. Tämä on otettava huomioon materiaalin ottopaikan valinnassa.

Jotkin suomalaiset taimistot voivat toimittaa vesikasvien taimia. Suuremmat määrät tulee tilata hyvissä ajoin, jotta taimet ehditään tarvittaessa kasvattaa. Myös vesi-

Taulukko 6. Tavanomaisia kosteikoissa viihtyviä kasvilajeja ja niiden kasvupaikka vaatimukset suhteessa rantaviivaan ja vedenpinnan tasoon. Kasvupaikan rehevyytaso (i = ei merkitystä, m = keskirehevä, me = keskirehevä-rehevä, e = rehevä).

Tieteellinen nimi	Suomalainen nimi	Rehevyytaso	Kasvusyvyys (cm)
<i>Alisma plantago aquatica</i>	ratamosarpio	me	0 – -25
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	järvikaisla	i	-10 – -50
<i>Typha latifolia</i>	leveäosmankäämi	me	0 – -50
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	i	0 – -120
<i>Ceratophyllum demersum</i>	karvalehti	e	-20 – -100
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	ahvenvita	i	-30 – -100
<i>Potamogeton natans</i>	uistinvita	i	-30 – -100
<i>Butomus umbellatus</i>	sarjarimpi	e	-20 – -120
<i>Nuphar lutea</i>	ulpukka	i	-25 – -150
<i>Nymphaea alba</i>	lumme	i	-25 – -150
<i>Iris pseudacorus</i>	kurjenmiekka	me	+10 – -10
<i>Lythrum salicaria</i>	rantakukka		+30 – -10
<i>Lysimachia vulgaris</i>	ranta-alpi		+40 – -10
<i>Juncus conglomeratus</i>	keräpäävihvilä		+50 – -5
<i>Carex sp.</i>	sarat		+40 – -25
<i>Calla palustris</i>	vehka	m	+10 – -10
<i>Ranunculus lingua</i>	jokileinikki	me	+30 – -5
<i>Eleocharis mamillata</i>	mutaluikka	i	+5 – -10

kasvien siemeniä voi joistain yrityksistä tilata. Ongelmana on usein kuitenkin se, että siemenenä ja taimina myytävien kasvien lajikkeet eivät useinkaan ole paikallisia lajikkeita, vaan ulkomaista alkuperää. Ostettavien siementen tai taimien alkuperä on varmistettava. Kasvillisuuden sopivuuden varmistamiseksi sijoitusympäristöönsä tulisi käyttää mieluiten kotimaista alkuperää olevia ”maatiaislajikkeita”.

Suora siemenkylvö on käytännössä kannattavaa lajeilla, joiden kasvusyvyyys on vesirajassa tai sen yläpuolella (taulukko 6). Vedenpinnan alapuolella kasvavilla lajeilla kasvillisuuden lisääminen on tehtävä siirtämällä eläviä kasveja tuppaina, potti-taimina ja paljasjuurisina taimina, tai niiden osina, kuten lepovaiheessa olevina juuren ja juurakonkappaleina sekä juuripaakkuina. Karvalehteä, joka on juureton uposkasvi ja kasvaa siten vapaana vesipatsaassa, voidaan siirtää käyttämällä kasvinosia sellaisenaan.

Rantaviivan läheisyyteen tehtyjen istutusten suojaaminen aallokolta voi olla tarpeen parin ensimmäisen kasvukauden aikana. Erilaisilla aitauksilla, pensaskasoilla tai muilla kelluvilla rakenteilla voidaan hillitä aallokon kuluttavaa vaikutusta rantavyöhykkeellä ja tällä tavoin antaa istutetulle kasvillisuudelle paremmat mahdollisuudet juurtumiseen. Toisaalta herkästi erodoituvia ranta-alueita pitää suojata lisäämällä kasvillisuutta vesirajan tuntumaan.

6.2.9

Tulva-alueet

Kosteikkojen toimintaa parantaa merkittävästi se, että kosteikon vesitilavuus lisääntyy tulvan alkuvaiheessa, jolloin kosteikko tasaa uoman virtaamavaihteluita. Kun kosteikon tilavuus voi lisääntyä vesistön aineskulkeuman kannalta kriittisinä aikoina, voidaan samalla lisätä kosteikon viipymää.

Kosteikkoon kuuluvat oleellisena osana sen rantavyöhykkeet, jotka loiviksi muotoiltuina mahdollistavat vesialueen laajenemisen ja lisäävät kosteikon vesitilavuuden kasvua jo pienelläkin vedenpinnan nousulla. Rantavyöhykkeet toimivat siten tulva-alueina, jotka muodostavat toiminnallista kosteikon osaa vain ehkä joitakin päiviä tai viikkoja vuodessa, mutta kuitenkin vesiensuojelun kannalta tärkeinä ajankohtina. Tulva-alueiden maaperä poikkeaa pysyvämmän veden alla olevista osista sikäli, että se on huokoista ja hapekasta. Tulva-alue lisää siten eri prosessien toimivuutta kosteikkoon tulevan veden käsittelyssä. Merkitys voi olla erityisen suuri kevättulvien aikaan, jolloin kasvillisuus ei vielä aktiivisesti osallistu kosteikkoprosesseihin.

Suorat pintavalunnat ympäröiviltä pelloilta tulevat kosteikkoon tulva-alueen kautta, jolloin tulva-alueen kuivana säilyvä yläreuna toimii samalla kosteikon suojavyöhykkeenä.

6.3

Altaiden, allasketjujen ja ympäristön tilaa parantavien uomaratkaisujen suunnittelu

6.3.1

Laskeutusaltaat, pienet lietekuopat ja entisten maanottopaikkojen kunnostus

Laskeutusaltaan mitoituksen perusteena on lähinnä kiintoaineksen laskeutuminen altaaseen, jolloin lähtökohtana voidaan pitää esimerkiksi hienon hiedan laskeutumista keskiylivirtaaman aikana. Tällöin virtaaman ja virtausnopeuden pienetessä myös hietaa hienompaa maa-ainesta laskeutuu altaaseen.

Taulukko 7 Erikokoisten maahiukkasten teoreettinen laskeutumisnopeus (mms⁻¹) ja laskeutumis-aika l m kohden.

Maalaji ja lajitteen koko		Laskeutumisominaisuus	
Maalajite	Halkaisija mm	Nopeus mm s ⁻¹	Laskeutumisaika l m kohden
Hiekka (2-0,2 mm)	0,6	85	11 s
	0,2	25	40 s
Hieta (0,2-0,02 mm)	0,06	3,0	5 min
	0,02	0,28	60 min (h)
Hiesu (0,02-0,002 mm)	0,006	0,065	4 h
	0,002	0,0062	45 h
Savi	0,0015	0,0035	3 vrk
	0,0001	0,000015	750 vrk

Maisemakuvan kannalta laskeutusaltaat tulisi toteuttaa mieluiten kaarevamuotoisina ja lampimaisina. Suositeltava laskeutusaltan pituuden ja leveyden suhde (3:1 – 5:1) voidaan saada aikaan myös vaihtelevanmuotoisena. Laskeutusaltaiden toteutuksessa on erityisesti huolehdittava, että altaan luiskat ovat loivia (1:3–1:5). Altaan toimivuus edellyttää säännöllistä pohjalle kertyneen lietteen poistamista.

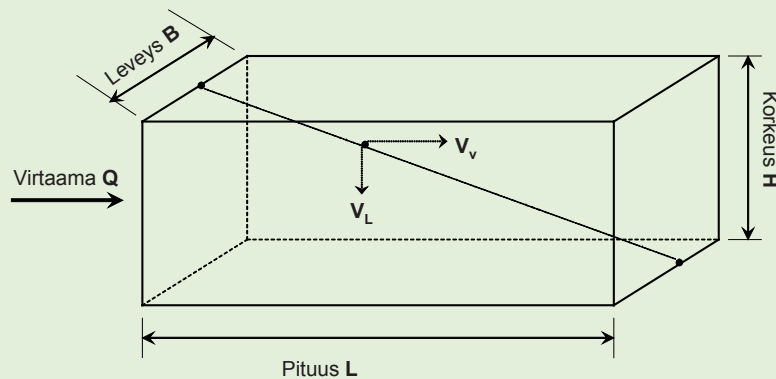
6.3.2

Pohjapadot ja allasketjut

Suoristettuihin purovesistöihin ja varsinaisia vesistöjä pienempiin, ajoittain kuivuviin valtaojiin voidaan tehdä myös pienimuotoisia toimenpiteitä, jotka yhdessä parantavat uoman omaa puhdistuskykyä. Luonnonkivistä ja sorasta tehtävillä pohjakynnyksillä voidaan padottaa uomaan vettä, mikä lisää uomassa olevaa vesitilavuutta ja uomassa tapahtuvaa kiintoaineksen laskeutumista. Uoman yhteyteen kaivettavat useammat laskeutusaltaat ja lietekuopat edistävät kiintoaineksen laskeutumista, mikä vähentää uomassa alempana tapahtuvaa liettymistä ja monipuolistaa uomarakennetta.

Maahiukkasan laskeutuminen altaassa, laskuesimerkki

Altaan pinta-ala	$A = B \cdot L$
Altaan poikkileikkausala	$a = B \cdot H$
Veden virtausnopeus	$V_v = \frac{Q}{a} = \frac{Q}{(B \cdot H)}$
Hiukkasan laskeutumisnopeus	V_L



Milloin aivan altaan alkupäässä veden pinnalla oleva hiukkanen laskeutuu altaan "päätyyn"? Tällöin virtausaika = laskeutumisaika eli $\frac{L}{V_v} = \frac{H}{V_L} \Leftrightarrow V_L = \frac{(H \cdot V_v)}{L}$

Sijoitetaan $V_v = \frac{Q}{(B \cdot H)}$ ja $L = \frac{A}{B}$ jolloin saadaan: $V_L = \frac{Q}{B \cdot L} = \frac{Q}{A}$

Siten ns. pintakuormateorian mukaisesti esimerkiksi hienon hiesun ($V_L = 0,022 \text{ mh}^{-1}$) laskeutuminen 30 ls^{-1} tulovirtaamalla ($Q = 104 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) vaatisi allaspinta-alaa

$$A = \frac{Q}{V_L} = \frac{104 \text{ m}^3\text{h}^{-1}}{0,022 \text{ mh}^{-1}} = 4700 \text{ m}^2$$

Pituus-leveysuhteella 4:1 tämä tarkoittaisi allasta, jonka pituus olisi 137 m ja leveys 34 m.

Kuva 27. Periaatekuva pintakuormateoriasta ja kiintoaineksen laskeutumisesta.

6.3.3

Uomien luonnontilan monipuolistaminen

Kuivatustoiminnassa on suoristettu ja syvennetty useimpia purovesistöjä samalla kun niiden yhteyteen alunperin kuuluneet luontaiset tulva-alueet on kuivatettu pelloiksi. Kuivatustoiminnan yhteydessä uomien luontainen puhdistuskyky on heikentynyt samalla kun niihin kohdistuva pelloilta tuleva kuormitus on lisääntynyt. Kosteikkojen rakentamisen lisäksi voidaan tätä uomien omaa puhdistuskykyä parantaa monipuolistamalla suoristettujen uomien rakennetta ja palauttamalla mutkittelua. Samalla voidaan lisätä uomien merkitystä vesi- ja peltoalueiden eliöstön elinympäristöinä.

Suoristetuissa uomissa tapahtuu luontaista luonnontilan elpymistä siten, että vesi- ja rantakasvillisuuden kasvaessa lähtee käyntiin uoman uusi kehittyminen

mutkittlevaksi. Leveäksi kaivetun uoman pohjalle alkaa kehittyä mutkittleva, kapea alivirtaamauoma. Vesikasvillisuuden kasvun ja uoman pohjalle tapahtuvan sedimentoitumisen eli liettymisen seurauksena tulee tällöin usein tarve peratun uoman kunnossapitoon kuivatustilan ja uoman vetokyvyn vähitellen heikentyessä. Jos syöpyminen on liettymistä voimakkaampaa, on seurauksena uoman syveneminen ja mahdollisesti lisääntyvä kiintoaineskulkeuma, mitä lisääntyneet ylivirtaamat voivat vielä korostaa.

Voimakkaasti syöpyvissä uomissa on yleensä tarvetta eroosion ja syvenemisen hillitsemiseen tekemällä pohjakynnyksiä esim. luonnon kivistä. Syöpyviä rantaluiskia voidaan suojata kivisuojuuksella ja kasvillisuuteen perustuvilla suojuuksilla, mm. pajurakenteilla ja siirrettävillä kasvillisuuspaakuilla.

Jos alkaneesta mutkittelukehityksestä aiheutuu kuvastustilan heikkenemistä, tulisi kunnossapitoperkauksessa silti säilyttää uoman mutkittleva linjaus. Kun uoman pohjaa on salaoituksen toimivuuden takia syvennettävä, syventäminen voidaan tehdä mutkittlevaa uomaa syventämällä. Rantakasvillisuutta pitäisi pyrkiä säilyttämään ainakin uoman toisella rannalla. Toiselle rannalle voidaan kaivaa kapea tulvatasanne, jolle vesi nousee tulvatilanteessa. Sille kehittyy tulvakasvillisuutta, joka toimii virtausta hidastavana samaan tapaan kuin laajemminkin tulva-alueilla.

Jos uomassa alkanut mutkittelukehitys ei aiheuta haitallista kuivatussyvyyden pienenemistä vaan vain ainoastaan tulvahaittoja, on mutkittleva alivirtaamauoma mahdollista säilyttää koskemattomana. Uoman avartaminen tulvavirtaamia varten voidaan tehdä pelkästään kaivamalla uoman sivuun tulvatasanne esim. toiselle puolelle alivirtaamauomaa.

Maanomistajan kiinnostuksen mukaan voidaan myös palauttaa kaivamalla aikaisempaa mutkittlevaa uomalinjausta varsinkin siinä tapauksessa, että uoma ei ole luontaisesti syöpyvää eikä siinä ole lähtenyt käyntiin uutta mutkittelukehitystä. Uoman vanhaa mutkittelutapaa voi selvittää perkaussuunnitelmista ja vanhoista kartoista ja ilmakuvista. Mutkittelukehitystä voidaan myös edistää asettelemalla uomaan virran suuntaa ohjaavia suisteita, jotka aiheuttavat suorassa uomassa lievää syöpymistä suisteiden vastarannalla. Liikkeelle lähtevä materiaali tulisi pysäyttää kunnostusalueen alaosaan tehtävään laskeutusaltaaseen, lietekuoppaan tai kosteikkoon.

Kalastollisesti merkittävissä uomissa, esim. taimenvesistöissä voidaan uomaa kunnostaa lisäämällä kutualueiksi soveltuvaa soraa uomaan tehtävinä kohoumina, jotka muodostavat uomaan pieniä virtapaikkoja.

Puuvartinen kasvillisuus uoman varressa antaa suojaa vesi- ja peltoeliöstölle, mikä vuoksi puiden istuttaminen on suositeltavaa uomaa varjostaen etelän puoleiselle rannalle. Puiden kasvaessa rannan läheisten puiden, mm. tervalepän juuret muodostavat hyvän suojan rantapenkalle ja samalla veteen kasvaessaan suojapaikkoja vesieliöstölle.

Jos uoman yhteyteen voidaan kapeiden tulvatasanteiden lisäksi palauttaa laajempia tulva-alueita, niin samalla edistetään merkittävästi uoman itsepuhdistuskykyä. Mutkittlevassa uomassa kulkeutuvaa kiintoainesta nousee tulvatilanteessa tulva-alueelle, irtonainen kiintoaines uomassa vähenee ja uoman syvyysvaihtelu lisääntyy, jolloin mm. soraikoita ja yksittäiskiviä huuhtoutuu esiin monipuolistamaan uomarakennetta luontaisten uomaprosessien seurauksena.

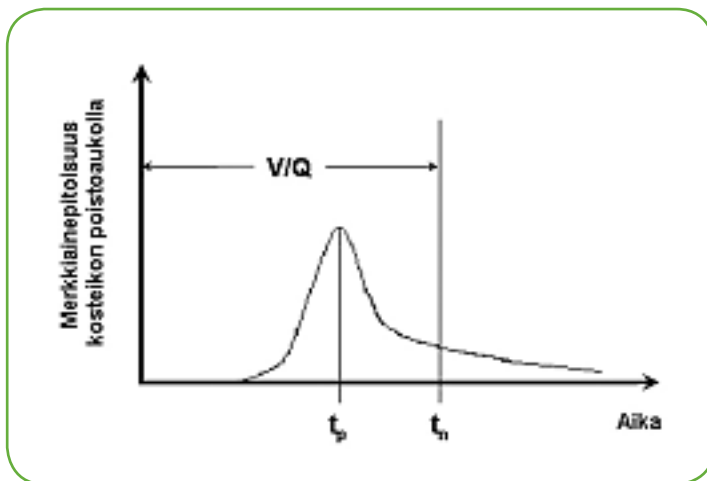
Monipuolinen uomarakenne mahdollistaa vastaavasti monimuotoisen vesieliöstön kehittymisen. Esimerkiksi suojapaikkoja tarvitseva jokirapu voi alkaa menestyä maatalousalueiden purovesistöissä, jos sen elinvaatimuksista huolehditaan.

Tulva-alueiden palauttaminen

Puruomien varressa olevat luontaiset tai palautettavat tulva-alueet toimivat vesien puhdistuksessa pelkästään tulvan noustessa tulva-alueelle. Tulva-alueiden merkitys korostuu kiintoaineksen pidättämisessä, kun keski- ja alivirtaamakausina vain uomassa kulkeva kiintoaines pääsee ensin nousemaan ja sitten tulvan laskun seurauksena mm. pyörteisyyden vaikutuksesta sedimentoitumaan tulva-alueen puolelle. Tulva-alueen kasvillisuus, kevättulvalla pensasto mutta myös edellisen vuoden tulvaniittykasvillisuuden jäänteet, hidastavat virtausta, jolloin kiintoainesta laskeutuu ja tarttuu tulva-alueen kasvillisuuden sekaan. Kesä- ja syyssateiden yhteydessä tulva-alue hidastaa runsaamman kasvillisuuden vaikutuksesta vielä tehokkaammin virtausta ja pidättää kiintoainesta. Tulvaniityn maaperän mikrobeihin pidättyy ke-säaikana ravinteita.

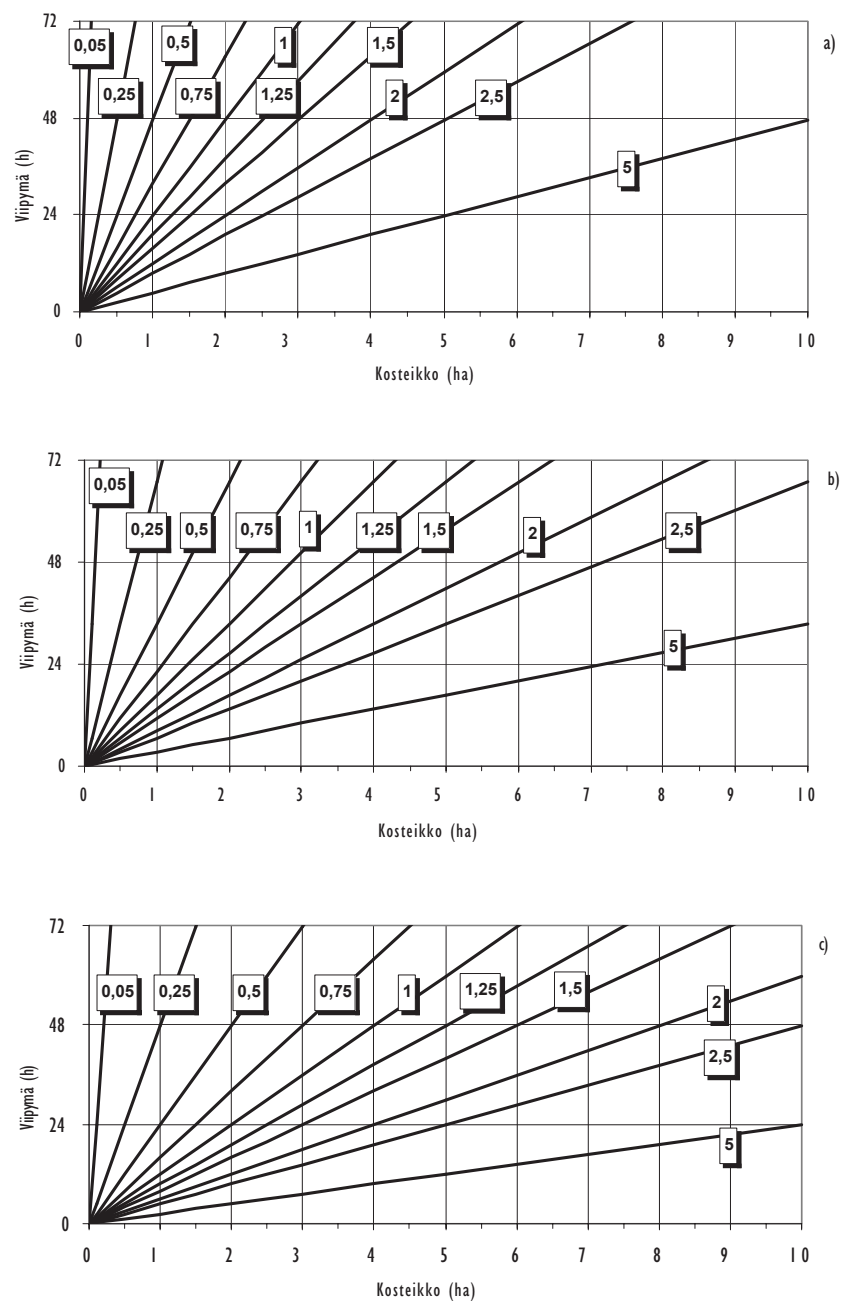
Kosteikkojen hydrologinen ja hydraulinen mitoitus

Kosteikon puhdistustehokkuuden kannalta ratkaisevan tärkeä kriteeri on veden viipymä kosteikossa. Yksinkertaisimmillaan viipymä lasketaan jakamalla kosteikon tilavuus kosteikkoon aikayksikössä tulevalla vesimäärällä (kaava 3), jolloin puhutaan nimellisviipymästä. Tällä kuvataan tilannetta, jossa kaikki kosteikkoon tiettyssä ajassa tuleva vesi kulkee samalla nopeudella tasaisesti kosteikon läpi. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ole, vaan vesi virtaa kosteikon läpi eri nopeuksilla kosteikon eri osissa, jolloin osa vedestä saapuu poistoaukolle nopeasti päävirtausreittiä pitkin, kun taas osa vedestä kulkee hitaammin. Siten kosteikkoon tulevalla vedellä on monta viipymää, eli ns. viipymäaikajakauma (kuva 28). Viipymäaikajakaumaa voidaan tutkia joko in situ tehtävillä merkkiainekokeilla tai virtausmallien avulla. Mitä lähempänä nimellisviipymää merkkiainekäyrän huippukohta on, sitä parempi on kosteikon hydraulinen tehokkuus ja sitä parempi on kosteikon puhdistuskyky. Tämän vuoksi kosteikot tulisivat suunnitella hydraulisesti tehokkaiksi siten, että vesi virtaa kosteikon läpi mahdollisimman tasaisesti ilman oikovirtauksia ja seisovan veden alueita.



Kuva 28. Kosteikon viipymäaikajakauman kuvaus: merkkiainepitoisuus poistoaukolla merkkiaineen tulouomaan syötöstä kuluneen ajan funktiona. t_p = merkkiaineen syöttöhetkestä pitoisuuden maksimin havaitsemiseen kulunut aika. t_n = nimellisviipymä eli kosteikon tilavuus jaettuna aikayksikössä kosteikkoon virranneella vesimäärällä.

Kuten kosteikon mitoitusvirtaamien yhteydessä (luku 5.3) todettiin, kannattaa kosteikon nimellisviipymän laskennassa käyttää tulovirtaamana yläpuolisen valuma-alueen kevään keskimääräistä ylivirtaamaa (MHQ, Seuna 1983). Teoriassa viipymää voidaan pidentää kasvattamalla kosteikon tilavuutta eli joko pinta-alaa tai syvyyttä tai molempia. Käytännössä, mm. kustannussyistä, kosteikon tulee olla pääosin matala, joten viipymän kasvattaminen toteutetaan ensisijaisesti lisäämällä kosteikon pinta-alaa. Koska tuleva vesimäärä puolestaan riippuu suurimmalta osaltaan yläpuolisen valuma-alueen koosta, on kosteikon pinta-ala suhteessa yläpuolisen valuma-alueen pinta-alaan viipymän ja sitä kautta kosteikon tehokkuuden kannalta keskeinen mitoitusparametri. Kuvissa 29 a), b) ja c) on kaavaan (1) perustuen esitetty viipymän riippuvuus yläpuolisen valuma-alueen koosta ja kosteikon pinta-alasta 3:lla eri yläpuolisen valuma-alueen pelto-%:lla. Kuvissa on oletettu kosteikon keskisyvyudeksi

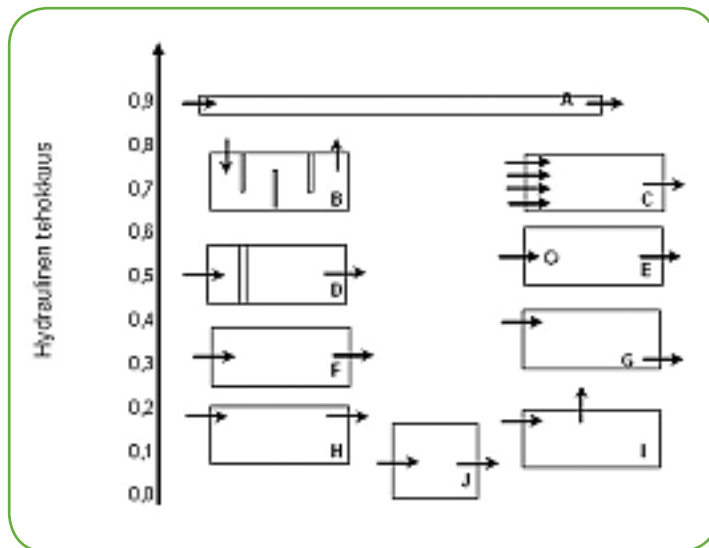


Kuva 29. Kosteikon nimellisviipymän (h) riippuvuus yläpuolisen valuma-alueen koosta (km^2 , merkitty kuvaan suorien päälle) ja kosteikon pinta-alasta (ha) kun yläpuolisen valuma-alueen pelto-% on a) 30 %, b) 60 % ja c) 100 %. Oletukset: kosteikon keskisyvyys 0,6 m, ei-peltokäytössä olevan alueen puuston määrä $200 \text{ m}^3/\text{ha}$, alueen korkeus merenpinnasta 50 m.

0,6 m, ei-peltokäytössä olevan alueen puuston määräksi 200 m³/ha ja korkeudeksi merenpinnasta 50 m. Kuvien perusteella voidaan havaita, että jos halutaan nimellisi-viipymän ylittävän kevättulvajaksoillakin 1 vrk, niin kosteikon pinta-alan tulisi olla vähintään 1 % valuma-alueesta, jos valuma-alueen peltoisuus on 30 %. Jos peltoa onkin valuma-alueella 100 %, kosteikon suhteellisen koon tulisi tällöin olla 2 %, jotta veden viipymä olisi vähintään 1 vrk.

Kuvassa 30 on esitetty ruotsalaisissa virtausmallisimulaatioissa saatuja hydraulisen tehokkuuden arvoja erilaisille kosteikkomuodoille. Kuvasta voidaan helposti nähdä, että kosteikon hydraulinen tehokkuus kasvaa sitä mukaa, mitä pitkänomaisempi on veden virtausreitti. Pitkän virtausreitit tavoittelussa ei kannata kuitenkaan mennä liiallisuuksiin, koska tällöin olemassa olevaa valtaojaa levennetään hyvin vähän. Lisäksi pitkä, suorakaiteen muotoinen allas ei ole maisemallisesti paras mahdollinen ratkaisu. Sopiva pituuden ja leveyden suhde, joka mahdollistaa sekä hydraulisesti tehokkaan että maisemallisesti onnistuneen lopputuloksen, on välillä 3:1 – 5:1 rakennuspaikasta riippuen. Kuvasta 30 havaitaan myös, että erilaisilla muotoilu- sekä tulo- ja poistoauk-koratkaisulla voidaan vaikuttaa merkittävästi pituus-leveysuhteeltaan identtisten kosteikkomuotojen hydrauliseen tehokkuuteen. Tällaisia ratkaisuja ovat esim. maa-kannakset (B), virtaussuunnassa poikittaiset tasanteet (D) ja kasvillisuusvyöhykkeet sekä leveyssuunnassa virtauksen puoleenväliin sijoitetut saarekkeet (E).

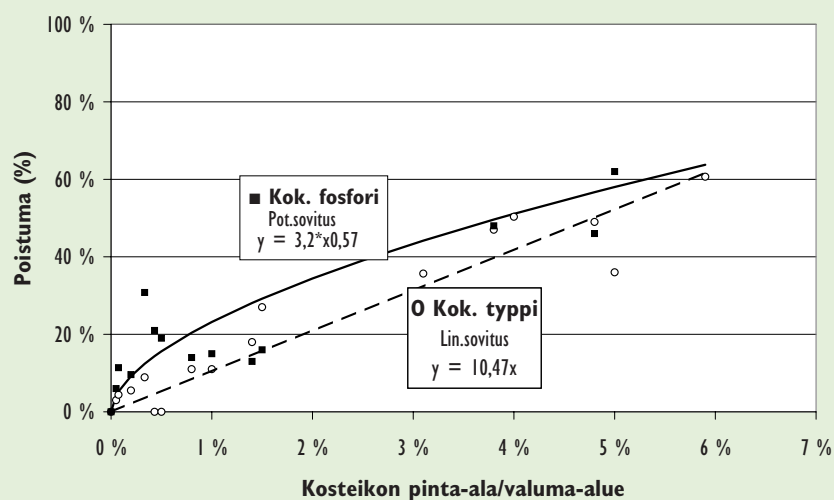
Hydraulisesti tehokkaan kosteikon vähimmäisvaatimuksena voidaan pitää arvoa 0,6. Mallitarkastelujen perusteella (2D-malli) Hovin kosteikon (kuva 25a) hydraulinen tehokkuus on 0,65. Kun verrataan tulosta teoreettiseen tilanteeseen (kuva 25b), jossa kosteikkoon ei olisi tehty virtausta ohjaavia kannaksia, voidaan havaita käytännössä kuinka suuri merkitys kosteikon muotoiluratkaisuilla on hydrauliseen tehokkuuteen.



Kuva 30. Erilaisten kosteikkojen kaava-maisten muotoiluratkaisujen (pituus/leveys) likimääräisiä hydraulisen tehokkuuden arvoja. Oleellista on kosteikon pituuden ja leveyden suhde. Esim. pitkä suorakaiteen muotoinen kosteikko (A), jossa hydraulinen tehokkuus on korkea, käytännössä toteutetaan voimakkaasti mutkaisena. Lähde: Persson & Wittgren (2003).

Kosteikon tehokkuuden arviointi suhteellisen pinta-alan perusteella

Kuvassa 31 on esitetty Pohjoismaisissa ja USA:laisissa, eri tavoin mitoitettussa kosteikoissa enimmillään mitattuja kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipoistumia suhteessa kosteikkojen pinta-ala/valuma-alue suhteisiin. Ravinteille valittiin erikseen tuloksiin parhaiten sopivat regressiosovitukset; fosforille potenssisovitus ja typelle lineaarinen. Kuvan perusteella vaikuttaa, että kokonaisfosforin poistuma nousee suhteellisen nopeasti valuma-alesuhteen kasvaessa 0,5 %:iin asti ja että suhteen edelleen kasvaessa nousu tasaantuu. Sen sijaan typen poistuma kasvaa fosforiin verrattuna tasaisemmin ja hitaammin. Onkin todennäköistä, että jo suunnilleen 0,5 % valuma-alesuhteen omaavat kosteikot saattavat olla suotuisina vuosina kohtuullisen tehokkaita kiintoaineen ja kokonaisfosforin pidättäjiä varsinkin silloin, kun valuma-alueen maalajit ovat karkeita. Typen osalta näyttää kuitenkin siltä, että suhteen pitää olla huomattavasti em. suurempi, ennen kuin merkittäviä poistumia saadaan aikaiseksi. On lisäksi huomattava, että niukasti mitoitetuilla kosteikoilla (esim. Alastaro ja Rantamo, kuvat 13 ja 14) fosforinpidätystulokset saattavat vaihdella erilaisina hydrologisina vuosina.



Kuva 31. Pohjoismaisissa ja USA:laisissa kosteikoissa mitattuja kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipoistumia suhteessa kosteikkojen pinta-ala/valuma-alue suhteisiin.

7 Ympäristötavoitteiden yhteensovittaminen

7.1

Kuivatustarpeet ja uomien ekologinen tila kosteikkojen vaikutusalueella

Maatalousalueilla uomien hoidon ja kunnossapidon tavoitteena on sopivan kuivatustilan turvaaminen aktiiviviljelyssä olevilla alueilla. Samalla tulee pyrkiä uomien alivirtaamien säilyttämiseen ja lisäämiseen, mikä parantaa mahdollisuuksia uomissa olevan veden kasteluvesikäyttöön ja turvaa eliöstön olosuhteita. Purouomissa kautta vuoden säilyvä virtaus lisää merkittävästi uomien ekologista merkitystä ja mahdollistaa mm. kalaston elämisen uomissa. Syvänteet ja kosteikot toimivat eliöiden suojapaikkoina kuivimpina aikoina, vaikka virtaus ajoittain tyrehtyisi. Myös kiintoaineksen ja ravinteiden vähentäminen ja pidättäminen parantaa uomien arvoa elinympäristöinä. Toisaalta monimuotoisella uomalla itsessään on tietyn asteinen itsepuhdistuskyky, jota tulisi pyrkiä uomien hoidolla lisäämään. Tulva-alueiden palauttaminen ja kosteikkojen, laskeutusaltaiden ja pohjakynnysten rakentaminen sekä uomien mutkaisuuden lisääminen parantavat uomien omaa puhdistuskykyä. Peltojen kuivatustilan ylläpitoa, uomien ekologisen tilan parantamista ja maatalouden vesiensuojelua tulisikin käsitellä kokonaisuutena, jolloin uomien hoitoon voidaan yhdistää erilaisia tavoitteita kunkin uoman erityisvaatimuksia painottaen.

Useampien tilojen kuivatustarpeita hoidetaan yleensä ojitusyhtiöiden toimesta. Kuivatus- ja kunnossapitohankkeissa tulisi tarkistaa alkuperäisen kuivatustavan periaatteita. Peruskunnostushankkeiden yhteydessä tulee laatia suunnitelmat, joissa esitetään toimenpiteet paitsi perkaukseen ja kuivatuksen ylläpitoon, myös uomien luonnontilan monipuolistamiseen. Samalla voidaan rakentaa myös kosteikkoja, joiden toteutukseen on mahdollista saada täysimääräistä valtion tukea. Yksittäistä tilaa koskevassa omatoimisessa uomien kunnossapidossa voidaan hyödyntää ympäristötuen erityistukimuotoja mm. suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen perustamisessa, tulva-alueiden palauttamisessa ja uomien luonnontilaa parantavassa kunnostuksessa.

7.2

Kosteikkojen ja uomien maisemasuunnittelu

Maatalousalueiden uomien hoito ja kosteikkojen toteuttaminen ovat merkittävä osa maatalousmaiseman hoitoa, johon kannattaa soveltaa maisemasuunnittelun periaatteita. Maisemasuunnittelussa pyritään yhdistämään vesiensuojelun tavoitteet muihin ympäristötavoitteisiin, kuten vesi- ja peltoeliöstön vaatimuksiin sekä kulttuurimaiseman arvon ja myös vetovoimaisuuden lisäämiseen. Lopputulos tyydyttää silloin parhaiten paitsi maanomistajan toiveita, myös laajempia maaseudun kehittämisen mahdollisuuksia. Kun vesistöhankkeen tavoitteita tarkastellaan jo suunnittelun alkuvaiheessa kokonaisuutena, voidaan varmistaa monivaikutteisuus ja mahdollisimman suuret kokonaisuhyödyt yksittäisen hankkeen toteutuksessa. Suunnittelun lähtökohтина ovat hankkeen yleiset hydrologiset, vesiensuojelulliset ja vesistön luonnontilan parantamiseen liittyvät tavoitteet. Uomien kunnostuksessa ja kosteikkojen toteutuksessa hankkeen maisemallisia ominaisuuksia suunnitellaan lisäksi näkymien kannalta ja tarkemmin ranta-alueiden muotoilussa ja viimeistelyssä.

Vapaalla vesipinnalla on maisemakuvassa aina huomiota puoleensa vetävä merkitys. Peltomaisemassa pienehkö uoma tulee näkyviin yleensä vain rantapuuston ja -pensaston vaikutuksesta. Kosteikkoja rakentamalla voidaan lisätä pysyvämmiin maisemassa näkyvää vettä. Tulva-alueet lisäävät hetkellisesti samaa vaikutelmaa. Mikäli kosteikko voidaan perustaa olosuhteisiin, joissa pohjavesipinta on lähellä maanpintaa, voidaan vesipinta saada säilymään myös pitempänä kuivina ajanjaksoina pienestä valuma-alueesta huolimatta. Vesikasvillisuus vähentää avoimen vesipinnan osuutta kasvukauden aikana ja kosteikon kehittyessä vuosien kuluessa. Syvävetisten kosteikon osien toteuttaminen, mahdolliset myöhemmin tarpeelliseksi tulevat puhdistuskaivut sekä vesikasvillisuuden niitto pitävät yllä avovesipintaa.

Kosteikon tasaista läpivirtausta edistävien niemekkeiden, saarien ja maakannasten muotoilulla voidaan lisätä kosteikon monimuotoisuutta, mutta tilanteen mukaan on otettava huomioon myös tarve avoimien, yhtenäisten vesipintojen aikaansaamiseen. Kosteikon sijainti esim. asuinympäristössä, tiemaisemassa tai muun kulttuurimaisen yhteydessä voi vaikuttaa kosteikon suunnittelu- ja hoitoperiaatteisiin. Vesipinnan näkyminen erilaisista tärkeistä tarkastelupisteistä ja näkymäaukosta ja toisaalta esim. tarve näkymien säilyttämiseen kosteikon yli voi vaikuttaa kosteikon muotoiluun ja eri osien, kuten avovesipintojen suosimiseen.

Vesipinnan laajuuden lisäksi rantojen linjaus ja muotoilu vaikuttavat merkittävästi etenkin vasta perustetun kosteikon ilmeeseen. Maaston luontaisia korkeuseroja myötäilevät pyöristetyt muodot parantavat kosteikon sulautumista maisemaan. Kosteikkojen maapadot ovat uusia maastoelementtejä, joiden luontevaa toteuttamista helpottaa niiden liittäminen olemassa oleviin maastokohoumiin sekä niiden linjauksen kaarevuus ja luiskien loivuus.

Loivarantaiseksi muotoillussa kosteikossa vedenpinnan vaihtelu saa aikaan vesialueen pinta-alan huomattavia muutoksia, jolloin virtaamahuiput tasaantuvat. Rantojen muotoilu loiviksi on suositeltavaa myös siksi, että tällöin aallokon aiheuttama eroosio on huomattavasti vähäisempää kuin jyrkiltä rannoilta. Muuttoaikoina vieraillevia sekä pesiviä lintuja suosivat olosuhteet ovat keskeinen kosteikkosuunnittelun tavoite.

Jokivesistöihin liittyvien tulva-alueiden palauttaminen ja maatalouden kuivatuksen yhteydessä suoriksi ojitettujen purovesistöjen ennallistaminen parantavat virtaavien vesistöjen luontaista tulva-aluedynamiikkaa ja uomien itsepuhdistuskykyä. Mutkittelun lisääminen, virtapaikkojen ja suvantolampien muodostaminen useilla peräkkäisillä patokynnyksillä, samoin kuin uomaa suojaavan pensaston ja puuston säilyttäminen, hoito ja lisääminen parantavat uomien merkitystä vesieliöstön ja maisemakuvan kannalta. Purovesistöjen lisäksi myös valtaojat, joita kunnostetaan maisemanhoidollisesti, voivat muodostua tärkeiksi monimuotoisuusvyöhykkeiksi avoimessa peltomaisemassa. Maatalousuomien hoidosta voivat maanomistajan lisäksi ottaa sopimuksen mukaan myös muut kiinnostuneet tahot. Esimerkiksi metsäystyseura voi käyttää keskikesällä kerättyjä pensaikon ja puuston lehdeksiä talviseen riistanhoitoon, jolloin varsiin ja lehtiin sitoutuneita ravinteita saadaan samalla poistetuksi.

7.3

Kosteikkokasvillisuuden vaatimukset ja kasvuolosuhteet

Maatalouskosteikkojen kasvillisuus muodostuu pääosin luontaisesti. Istutuksilla ja kylvöillä on kuitenkin mahdollista ohjata kasvillisuuden kehittymistä haluttuun suuntaan siten, että kasvillisuuden vaikutus on myönteinen niin vesiensuojelun, maiseman kuin linnustonkin näkökulmasta. Esim. karvalehti on aggressiivinen kas-

vi, joka saattaa levitä suurelle osalle avovesipintaisista osista ja täyttää kosteikon kokonaan. Toisaalta kosteikkoon voidaan kotiuttaa sellaisia luonnonvaraisia paikallisia kasveja, joita ei ole tässä oppaassa mainittu. Samassa yhteydessä tarkastellaan linnustollisia tarpeita ja tehdään lopulliset kasvien määrää ja paikkaa koskevat päätökset.

Rantaviivan läheisyyteen tehtyjen istutusten suojaaminen aallokolta voi olla tarpeen parin ensimmäisen kasvukauden aikana. Erilaisilla aitauksilla, pensaskasoilla tai muilla kelluvilla rakenteilla voidaan hillitä aallokon kuluttavaa vaikutusta rantavyöhykkeellä ja tällä tavoin antaa istutetulle kasvillisuudelle paremmat mahdollisuudet juurtumiseen. Toisaalta, vesirajan tuntumaan kunnolla juurruttuaan kosteikkokasvillisuus puolestaan suojaa herkästi erodoituvia ranta-alueita tuulen ja aallokon aiheuttamalta kulutukselta.

7.4

Linnuston tarpeet ja elinolosuhteet

Vesilinnut

Pesimäaikana eri vesilintulajeilla on kosteikkojen suhteen erilaisia elinympäristövaatimuksia, jotka voidaan ryhmittää ravintovarojen käyttämiseen, pesimäedellytysten toteutumiseen sekä riittävän avoimen tilan ja toisaalta suojan mosaiikkimaiseen vaihteluun. Esimerkiksi telkkä ja sinisorsa ovat useimpien vesiensuojelullisesti ja riistanhoidollisesti hoidettujen kosteikkojen (kuva 32) tunnuslajeja. Telkkä, kokosukeltajana, etsii ravintoaan yleensä yli puolimetrisestä vedestä, poikasaikana myös aivan matalasta vedestä, ranta- ja kelluslehtikasvillisuudesta. Pesäpaikakseen telkkä valitsee vesialueen rantaan tai vesialueelle tolpan varaan ripustetun pöntön tai luonnon kolopuun. Varsinkin poikueaikana telkkäpoikueet liikkuvat kosteikoilta toiseen niiden välisiä vesiyhteyksiä (ojat, joet, kanavat) käyttäen pitkiäkin matkoja. Muina aikoina telkät ovat yleisiä niin pienissä saven- ja mudanottoaikoissa kuin hehtaarien suuruisissa, rakennetuissa ja kunnostetuissa kosteikoissakin.

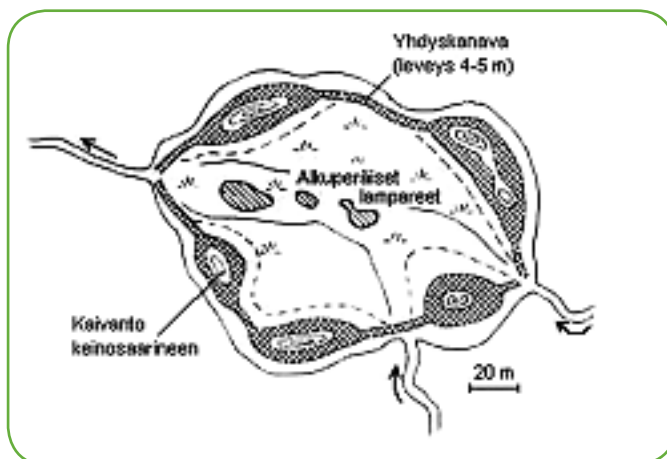
Sinisorsa, puolisukeltajasorsana etsii ravintoa yleensä selvästi matalammasta vedestä kuin telkkä. Matalaa, alle puoli metriä syvää ranta-aluetta tulee siis olla runsaasti. Poikueiden liikkuminen kosteikosta toiseen on telkkään verrattuna vähäisempää erityisesti useamman hehtaarin kosteikoilla. Pesä sijaitsee usein kosteikon sisällä olevassa suojaa antavassa keinosaareissa. Pesä voi sijaita myös kosteikon rantavyöhykkeessä, usein suojaavassa pensaikossa. Sekä pesimä- että muuttoaikana sinisorsat viihtyvät kosteikoilla, joissa peltojen ja aukeiden suojavyöhykkeiden suuntaan on runsaasti avointa tilaa, mutta kosteikossa on toisaalta mosaiikkimaisesti myös rantakasvillisuutta ja pensaikkoa. Täysin vesikasvillisuuden umpeen sulkemia, korkeiden puiden tai läpitunkemattoman pensaikon ympäröimiä pikkukosteikoita sinisorsat pyrkivät välttämään. Telkän ja sinisorsan elinympäristövaatimukset (vaihtelevat vesisyvytykset, loivat ranta-alueet) ovat varsin yhdenmukaisia aiemmin todettujen vesiensuojelu- ja maisematavoitteiden kanssa.

Sinisorsa, tavi ja telkkä ovat yleisimmät vesiensuojeluun ja luonnon monimuotoisuuteen tähtäävien kunnostettujen saven- ja mudanottokuoppien vesilintulajeja. Yksittäisen pikkukosteikon lintumäärä on tietysti vähäinen, mutta koko peltoalueella olevien kaikkien kuoppien kunnostus tietää kymmenien sorsaparien kantaa. Usean hehtaarin, syvyydeltään vaihtelevien ravinteikkaiden kosteikkojen pesivä lajimäärä lisääntyy puolisukeltajien osalta heinätavilla, haapanalla, jouhisorsalla ja lapasorsalla ja kokosukeltajien ryhmässä mukaan tulevat tukka- ja punasotka (kuva 33). Mukaan vesilintulajistoon ilmestyvät usein myös joutsen ja silkkiuikku. Muuttoaikoina kosteikoilla vierailevat usein myös tukka- ja isokoskelot. Pinta-alaltaan yli 1 hehtaarin kos-

teikoissa lintumäärä selvästi kasvaa pienialaisiin kosteikkoihin verrattuna. Muuton ollessa voimakkaimmillaan parhailla kosteikoilla vesilintujen määrä on kymmeniä, jopa satoja lintuja.

Tehokkaalla pienpetojen pyydystamisellä vesilintujen pesimämenestystä voidaan merkittävästi parantaa rakennetuilla ja kunnostetuilla kosteikoilla.

Kuva 33. Punasotka on vaate-
telias rehevien vesien asukki,
joka asettuu vain suurimmille
ja syvimille vesiensuojelu-
kosteikoille. Kuva: Antti
Below.



Kuva 32. Kosteikko
voidaan muotoilla myös
vesilintuja ja sorsastus-
ta varten. Kuva: Pertti
Vikberg.



Lokit

Petojen saalistuksen välttämiseen on linnuilla monenlaisia keinoja, joista yksi tehokkaimmista on yhdyskuntapesintä. Yhdyskunnissa pesiessään linnut käyttävät joukkovoimaa petojen karkottamiseen. Pienet lokkilinnut – nauru- ja pikkulokki sekä tiirat – ovat tyypillisiä yhdyskuntapesijöitä. Ne puolustavat erittäin aggressiivisesti pesiään, jolloin yhdyskunta-alueelle ja sen lähiympäristöön muodostuu suoja-alue, jolla petoja ei suvaita. Jatkuva partiointi yhdyskunnan ympärillä takaa sen, että joku lokeista huomaa pedon ajoissa.

Lokkiyhdyskuntiin hakeutuu pesimään kahlaajia sekä joukko vesilintuja ja myös sorsapoikueet kerääntyvät lokkikolonoiden suojiin (Götmark 1989, Väänänen 2000, 2001). Vesilinnut ja kahlaajat hakevat yhdyskunnista pesille suojaa, mutta ne hyötyvät myös lokkien tekemistä petohälytyksistä. Paitsi, että lokit varoittavat pedoista, ne myös osoittavat hyökkäilyllään tarkasti pedon sijainnin.

Lokkiyhdyskunnat hakeutuvat avoveden ympäröimille saarekkeille ja mättäiköille pesimään. Suosituimpia pesäpaikkoja ovat pienet kelluvat mättäät ja saarekkeet. Suuret yhtenäiset saarekkeet asutetaan vasta pienten saarekkeiden jälkeen. Veden saartamassa saarekemosaiikissa lokit voivat puolustaa yhdyskuntaansa tehokkaimmin petoja vastaan. Parhaimmillaan esimerkiksi lokkikolonian saaminen kosteikolle voi houkutella alueelle pesimään useita lokkien suojaa kaipaavaa lajia, kuten sotkia ja mustakurkku-uikkua. Lintuyhteisöjen tarpeet on helppo ottaa huomioon kosteikkojen suunnitteluvaiheessa.

Kahlaajat

Kahlaajat käyttävät ravinnokeeseen hyönteisiä, hämähäkkejä, kotiloita, harvasukas- ja monisukasmatoja, joita ne etsivät pääasiassa avoimesta vesirajasta (kuva 34). Kahlaajat eivät viihdy tiheän ja korkean ilmaversoiskasvillisuuden valtaamilla rannoilla.

Kosteikolle rakennettavien niemekkeiden ja saarekkeiden tulee olla melko matalia ja rannoiltaan loivia. Tämä on kahlaajien esiintymisen perusedellytys. Osa kosteikon niemekkeistä ja saarekkeista voisi olla sellaisia, että ne jäävät tulva-aikoina veden alla. Pesimälinnuston kannalta alueella tulee kuitenkin olla myös sellaisia saarekkeita, etteivät ne jää touko–kesäkuussa mahdollisesti tapahtuvien veden nousujen alle.

Toinen kahlaajien kannalta tärkeä tekijä on saarekkeiden ja niemekkeiden maanpäällisen kasvillisuuden säännöllinen poistaminen. Tämä voidaan tehdä syksyisin niittämällä ja ajoittaan myös äestämällä. Saarekkeiden ja niemekkeiden suunnittelussa tämä tulee huomioida siten, että ne päästään niittämään koneellisesti syksyllä. Kasvillisuuden poisto voidaan kohdistaa myös vesirajaan, jos se on vesiensuojelullisesti mahdollista. Saarekkeiden korkea kasvillisuus haittaa kahlaajien, lokkien ja tiirujen pesintää.

Pesimälinnuston kannalta saarekkeiden tekeminen on tärkeää, koska vesialueet ehkäisevät maapetojen kulkua ja vähentävät siten pesätuhoja. Lieterantaiset ja matalakasvuiset niemekkeet ovat puolestaan kahlaajien suosiossa. Linnuston kannalta kosteikkojen reuna-alueiden tulisi olla mahdollisimman avoimia. Valtaosa vesi-, kahlaaja- ja lokkilinnuista välttää puustoltaan tai korkealta ilmaversoiskasvillisuudeltaan sulkeutuneita alueita.

Kalojen ja sorsien ravintokilpailu

Kosteikkoa perustettaessa tulee harkita kannattaako se pyrkiä pitämään kalattomana tai vähäkalaisena. Näin sorsille, kahlaajille, pääskyille ym. jää enemmän selkärangattonta ravintoa kuten surviaissääskiä.



Kuva 34. Kahlajats käyttävät vesiensuojelukosteikkoja ruokailualueina. Liro on yksi runsaslukuisimmista kahlajista kosteikoilla muuttoaikoina. Kuva: Antti Below.

7.5

Kalaston ja rapujen tarpeet ja elinolosuhteet

Maatalousalueiden läpi kulkevien uomien merkitys kalaston ja rapujen elinympäristönä riippuu uomien koosta, virtaamasuhteista ja veden laadusta. Veden laadun parantaminen esim. kosteikkojen avulla tarjoaa vastaavasti parempia edellytyksiä vaateliaallekin lajistolle kyseissä vesistöissä. Kosteikkojen toteuttamisella voidaan toisaalta saada aikaan uusia vesialueita, jotka soveltuvat kalojen ja rapujen kasvatukseen. Vesistön luonteen ja maanomistajan kiinnostuksen mukaan on harkittava, painotetaanko purovesistön alkuperäisen kalaston ja rapukannan hoitoa tai halutaanko rakentaa esim. poikaskasvatukseen soveltuvia kosteikkoja.

Vesilain mukaan uoma, jossa virtaa vettä kautta vuoden, katsotaan vesistöksi. Vesistöihin tehtäville rakenteille tarvitaan pääsääntöisesti ympäristölupa. Vesistöjä ei saa sulkea, joten purovesistöksi katsottavaan uomaan ei voida tehdä sellaisia kosteikkojen patorakenteita, jotka sulkevat kalaston kulkemisen. Tämä on otettava huomioon esim. tyhjennyksen mahdollistavien rakenteiden suunnittelussa. Juoksutusrakenteet, joissa vesi virtaa riittävän loivana ylivirtauksena tai erillisenä ohitusuomana patorakenteen yli, tulevat silti kyseeseen. Purovesistöissä tulee ottaa huomioon ensisijaisesti alkuperäisen kalaston kulkeminen. Etenkin taimenvesistöissä tulee pyrkiä luomaan edellytyksiä poikastuotannolle myös maatalousalueiden puroissa. Kunnostuskeinoina ovat uomarakenteen ja suojapaikkojen monipuolisuuden lisääminen palauttamalla uoman mutkittelua ja lisäämällä uomaan esim. kutupaikoiksi soveltuvia soraikoita mataliksi kynnyksiksi. Purovesistöihin tehtävissä kosteikoissa voidaan kasvattaa kalanpoikasia ja rapuja sillä periaatteella, että niillä on vapaa kulku muualle vesis-

töön. Poikasia syövien petokalojen pääsy voi rajoittaa varsinaisen tuotannollisen poikaskasvatuksen mahdollisuuksia puroihin tehtävissä kosteikoissa.

Pienet uomat, jotka kuivuvat ajoittain, katsotaan noroiksi tai valtaojiksi. Valuma-alueeltaan yli 10 km² uomat katsotaan aina vesistöiksi. Tätä pienempienkin valuma-alueiden uomat voidaan katsoa purovesistöiksi, esim. jos niissä on aina virtausta lähteellisyyden ansiosta tai jos niissä on todettu esiintyvän arvokasta kalastoa, kuten taimenia. Vesistöä pienemmissä uomissa, joissa siis alkuperäistä kalastoa eri merkittävässä määrin esiinny, voidaan kosteikkojen avulla tarjota uusia mahdollisuuksia kalaston esiintymiselle. Myös patorakenteet, jotka toteutetaan ensisijaisesti kosteikon tyhjennettävyyden kannalta esim. kalan tai rapujen kasvatusta varten, ovat pienissä uomissa mahdollisia. Eräissä maatalouden vesiensuojelua varten toteutetuissa kosteikoissa on kasvatettu hyvällä menestyksellä rapuja.

8 Hankkeiden toteuttaminen ja kaivumassojen sijoittaminen

8.1

Pato- ja pengerrakenteet

Kosteikoissa tarvittavat patorakenteet ovat useimmiten matalia ja niiden rakentaminen ei yleensä edellytä patoturvallisuuslain vaatimusten täyttämistä. Padot kuitenkin tulee mitoittaa oikein ja toteuttaa huolellisesti, jotta välttyttäisiin patorakenteiden sortumisesta tai vuotamisesta aiheutuvilta vahingoilta ja korjauskustannuksilta. Tyyppilliset patorakenteet ovat ylisyöksypatoja eli joko ns. pohjapato, jossa tulva-aikainen alapuolinen vedenpinta jää padon harjan yläpuolelle tai pintapato, jossa alapuolinen vedenpinta on aina padon harjan alapuolella. Patona voidaan käyttää v-aukkoista mittapatoa. Ratkaisu mahdollistaa kosteikon virtaamien seurannan. Jos v-aukko on tehdään kapeaksi, sillä saadaan tulvan mukaan voimakkaasti vaihtuva veden pinta kosteikkoon. Vaihtoehtona V-aukolle on jokin muu poikkileikkaukseltaan tunnettu aukkotyyppi, josta virtaama voidaan luotettavasti mitata.

Sekä padon että reunapenkereiden sisus on tehtävä mahdollisimman tiivistä maalajista ja se on tiivistettävä kerroksittain huolellisesti. Rakenteiden läpi ei saa tihkua tai vuotaa lainkaan vettä. Padon ylisyöksyosa on tehtävä vähintään läpimitaltaan 30 cm olevista (35...40 kg) kivistä, joita on aseteltava riittävä määrä siten, että virtaus ei pääse syövyttämään padon tiivisteosaa kivien alta. Padon ylaveden puoleisen luiskan kaltevuuden on oltava 1:2 tai loivempi ja alaveden puoleisen 1:8 tai loivempi (1:10 tai loivempi jos halutaan, että kala voi nousta padon yli). Padon harjan leveyden tulee olla ainakin 2 x padon suurin korkeus, mutta vähintään 3 m. Myös penkereen harjan tulee olla vähintään 3 m leveä ja tasainen, jolloin sitä pitkin on mahdollista ajaa traktorilla. Penkereen luiskien tulisi olla kaltevuudeltaan vähintään 1:3. Eroosion ehkäisemiseksi luiskiin kylvetään nurmi mahdollisimman nopeasti rakentamisen jälkeen. Esimerkkejä pato- ja pengerrakenteista on esitetty kuvissa 19–22.

8.2

Ruokamullan poistaminen ja maa-aineksen läjittäminen

Pääsääntöisesti ruokamulta poistetaan veden alle jäävältä osalta, mikä alue on viljelyksessä ollutta peltoa tai muokkauskerroksen fosforipitoisuus on luonnontilaista korkeampi. Toimenpiteellä varmistetaan, että pintakerroksen fosfori ei lähde uudestaan liikkeelle ja pintamaan kuorimisella saadaan pohjamaan parempi fosforinsitomiskapasiteetti kosteikon käyttöön. Ravinteikas ruokamulta soveltuu esim. lähipelloille levitettäväksi. Ruokamulta soveltuu myös vedenpinnan yläpuolisten kosteikkorakenteiden viimeistelyyn. Karummilla metsäalueilla pintamaan poistoa ei välttämättä tarvita, varsinkaan jos pintamaa on ohut ja siihen ei ole kertynyt merkittäviä ravinnemääriä.

Kosteikosta syvemältä kaivettava kivennäismaa hyödynnetään kosteikkorakenteiden rakennusmateriaalina. Tämä on otettava huomioon jo kosteikon suunnitteluun sisältyvissä massatasapainolaskelmissa. Jos kaivumassoja on enemmän kuin kosteikkorakenteiden tilavuus, ylimääräinen maa-aines läjitetään kosteikon lähialueelle maanpinnan muotoja mukaillen. Myös tämä mahdollisuus täytyy ottaa kosteikkosuunnitelmissa huomioon.

9 Kosteikkojen hoito

9.1

Pato- ja pengerrakenteiden tarkastus ja kunnossapito

Patorakenteet on tarkastettava säännöllisesti runsaiden virtaamien jälkeen keväällä ja syksyllä. Myös kesällä rankempien sateiden jälkeen patorakenteet on tarpeen tarkistaa. Jo lievästikin erodoituneet penkereet on vaarassa vaurioitua lisää nousevan virtaamaan tilanteissa. Ensimmäisinä vuosina kosteikon perustamisen jälkeen maa-rakenteet painuvat ja tarkastus on välttämätöntä. Erityisesti on seurattava penkereiden luiskia ja juoksutusrakenteita. Patoamalla tehdyissä kosteikoissa on erityisesti tarkkailtava padon pitävyyttä. Juoksutusrakenteissa kiveysten tai vastaavien materiaalien pysymistä paikoillaan on seurattava. Suoja- ja rakennemateriaalin liikkeelle lähteminen romahduttaa koko rakenteen hyvin lyhyessä ajassa.

9.2

Lietteen poisto ja sijoittaminen

Kosteikon syvännöosaan kertynyt liete on poistettava ennen kuin sille varattu tila täyttyy kokonaan ja se lähtee tulvalla uudelleen liikkeelle. Tyhjennyksen taajuus riippuu vuosittain sedimentoituvan maa-aineksen määrästä. Kosteikon valmistuttua lietteen kertymistä syvänteeseen on seurattava keväällä ja syksyllä, jotta tyhjennys-tarpeesta saadaan käsitys. Käytännössä lietteen tyhjennys tulisi tehdä 2–5 vuoden välein.

Liete poistetaan kaivinkoneella tai lietepumpulla aliveden aikaan, jolloin kiintoai-nesta lähtee liikkeelle virtaavan veden mukana mahdollisimman vähän. Maatalous-kosteikoista poistettava liete soveltuu luontevimmin pelloille levitettäväksi. Jos liete sijoitetaan maastoon, on varmistettava että se pysyy paikoillaan läjityspaikassaan. Tätä voidaan varmistaa esim. kylvämällä heinän siementä tasoitetun lietekerroksen pintaan.

9.3

Kasvillisuuden hoito

Kosteikkokasvillisuuden hoitotarpeet perustuvat kasvillisuuden luontaisiin vaati-muksiin ja kosteikon tavoitteisiin. Jos kasvillisuus on alueelle ominaista, se menestyy kosteikossa hyvin. Hoitotoimilla pyritäänkin ensisijaisesti pitämään yllä monipuo-lista kasvillisuutta ja toisaalta estämään liiallista kasvillisuuden määrää kosteikossa. Hoitamattomaan kosteikkoon kehittyy ennen pitkää yhden tai muutaman kasvila-jin muodostama kasvusto, joka tukahduttaa muut lajit ja heikentää kosteikon mai-semallista näkyvyyttä. Aggressiivisimmat kasvit ovat osmankäämi, järviruoko ja karvalehti. Kasvillisuuden niittäminen soveltuu kaikille kosteikoille. Kasvillisuutta niitettäessä se voidaan tehdä osa-alueittain, jolloin kosteikkoon jää monimuotoisempi mosaiikkimainen kasvusto. On kuitenkin vältettävä oikovirtausten syntymistä kos-teikkoon vedenvirtaussuunnassa pitkittäisten kanavamaisten kasvillisuusaukkojen kautta. Vesiensuojelutarkoituksessa tehty kasvuston niitto edellyttää myös kasvuston poisvientä ja esim. kompostointia kosteikkoalueen ulkopuolella.

Kosteikkokasvillisuuden poistoa ei saa toteuttaa lintujen pesimäaikaan, vaan aikaisintaan elokuussa ja niin nopeasti kuin käytettävissä olevat keinot sen sallivat. Lintujen rauhan lisäksi tällä on myös se merkitys, että kasvit ovat juuri kasvukautensa päätöksessä ja suurin osa ravinteista ja kasvimassasta on vihreissä osissa. Ravinteet eivät vielä ole varastoituneet kasvien juuristoon seuraavan kasvukauden tarpeisiin, joten tässä vaiheessa toteutettu kasvuston niitto poistaa ravinteita, umpeenkasvu hidastuu ja uudella kasvukaudella kosteikkoon tulevat ravinteet sitoutuvat poistetun tilalle kehittyvään kasvustoon.

Kosteikon ympäristössä olevaa puustoa tarvittaessa harvennetaan. Puilla sinällään on edullinen vaikutus varjostavana tekijänä esim. mahdollisen kalaston viihtymiseen. Aluskasvillisuuden vuoksi puusto ei saa olla tiheää. Puilla voi olla pesivän kosteikkolinnuston viihtymistä alentava vaikutus toimiessaan petolintujen ja pesiä hyödyntävien varisten tähytyspaikkoina. Puuston määrä ja sijoittuminen suhteessa kosteikkoon riippuu kosteikon perustamispaikan luonteesta. Peltoalueen keskellä valtaojan/puron reunoilla ei välttämättä ole lainkaan ollut puita, mutta kosteikon perustamisen jälkeen sitä voidaan istuttaa määrätäisyydelle. Toisaalta metsään tai metsän reunaan perustettava kosteikko edellyttää puuston raivaamista.

10 Hankkeiden perustamiskustannukset

Kosteikon perustamisvaiheessa merkittävien kustannuksia aiheuttava työvaihe on maan kaivu ja maa-aineksen käyttö kosteikkorakenteiden materiaalina. Suurimmat massasiirrot muodostuvat kosteikon koko alalta poistettavasta ravinteikkaasta maakerroksesta, kosteikon syvänteiden kaivusta, sekä padon ja penkereiden rakentamisesta. Lähtökohtaisesti maa-ainesta ei kuljeteta kosteikon perustamispaikalta pois vaan kaivettava maa-aines läjitetään patoon ja penkereisiin. Merkittävä kustannuserä muodostuu kosteikon viimeistelystä sekä erillisten kosteikkorakenteiden ja luiskien kaltevuuden muotoilusta.

Patoamalla ja kokonaan kaivamalla toteutetun kosteikon kaivumassojen erot ovat merkittäviä ja siten kosteikon perustamiskustannukset voivat vaihdella erittäin paljon. Taulukossa 8 massalaskelmien lähtöoletus on, että patoamalla toteutettavassa kosteikossa poistetaan 0,15 m:n kerros koko kosteikkoalueelta ja sen lisäksi kaivetaan kosteikon tuloalueelle tilavuudeltaan 60 m³ syvännä kiintoaineksen laskeuttamista varten. Massiivikaivussa ruokamultakerros (n. 20 cm) tai vastaava humuspitoinen maakerros poistetaan kokonaan ja sen lisäksi perusmaata pinta-alasta riippuen keskimäärin 0,2 – 1,0 m:n kerros. Laskelmassa kaivussyvyys on keskimääräinen.

Patoamalla tehtävässä kosteikossa hyödynnetään alavien maastokohtien ja laaksojen rinteitä kosteikon penkereinä, joten pääosa kustannuksista muodostuu patorakenteesta. Patorakenteen kokonaiskustannukset riippuvat padon kokonaistilavuudesta ja rakennusmateriaalin siirtomatkasta. Edullisin pato saadaan sijoittamalla se luontaiseen kapeikkoon ja rakentamalla se paikan päältä saatavasta materiaalista. Ravinteita sisältävän humuspitoinen maakerros poistaminen koko kosteikon alueelta aiheuttaa myös merkittävän kustannuslisän. Jos kosteikko kuitenkin toteutetaan kokonaan metsäiselle alueelle, pintamaan poistoa ei välttämättä tarvita ja perustamiskustannukset jäävät siten pienemmiksi. Kosteikon alkupäähän kaivettava syvännä on tarpeen laskeutuvan kiintoaineksen varastotilaksi ja toisaalta siitä saadaan patorakenteisiin raaka-ainetta.

Jos kosteikko tehdään kokonaan kaivamalla, on kaivettavan maan tilavuus moninkertainen patoamalla tehtyyn pinta-alaltaan saman kokoiseen kosteikkoon verrattuna (taulukko 8). Kaivamalla toteutettavien kosteikkojen perustamista rajoittaa niiden kustannukset. Laaja-alaisia kosteikoita kuitenkin voidaan tehdä esim. alaville pelloille, joissa järven vesipinnan ja pellon pinnan välisen ero on niin pieni että jo ruokamullan kuorimisella saadaan aikaiseksi lähes valmis kosteikko. Pienissä kosteikossa ja laskeutusaltaissa kaivussyvyyttä lisäämällä saadaan vesitilavuus suuremmaksi ja kiintoaineen laskeuttamiseen enemmän varastotilaa. Kosteikon pinta-alan kasvaessa keskimääräistä kaivussyvyyttä pienennetään asteittain, jotta kaivutilavuus pysyisi hallinnassa. Vesitilavuutta saadaan vastaavasti suurennettua, jos veden pintaa voidaan nostaa alkuperäisen maanpinnan tasoa ylemmäksi.

Kosteikosta kaivettava kivennäismaa käytetään aina kosteikon rakenteisiin. Eloperäisellä pintamaalla verhoillaan kosteikon rakenteet pysyvän vedenpinnan yläpuoliselta osalta.

Taulukko 8. Ohjeellisia kaivumassan määriä pinta-alaltaan eri kokoisissa patoamalla ja kaivamalla tehdyissä kosteikoissa. Laskelmassa kosteikon keskimääräinen kaivussyvyys pienenee pinta-alan kasvaessa. Käytännössä kaivumaan määrä täytyy arvioida kaikissa suunnitelmissa erikseen kokonaiskustannusten laskemiseksi.

Kosteikon pinta-ala m²	Patoamalla rakennettava kosteikko				Massiivikaivuna rakennettava kosteikko	
	Kosteikon syväosa		Pintamaan poisto			
	Pinta-ala m²	Tilavuus m³	Kaivu-syvyys m	Tilavuus m³	Kaivu-syvyys m	Kaivu-tilavuus m³
200	20	12	0,15	42	1,21	242
500	50	30	0,15	105	1,14	570
1000	100	60	0,15	210	1,04	1040
2000	100	60	0,15	360	0,94	1880
3000	100	60	0,15	510	0,85	2550
4000	100	60	0,15	660	0,77	3080
5000	100	60	0,15	810	0,70	3500
6000	100	60	0,15	960	0,64	3840
7000	100	60	0,15	1110	0,59	4130
8000	100	60	0,15	1260	0,55	4400
9000	100	60	0,15	1410	0,52	4680
10000	100	60	0,15	1560	0,50	5000
12 000	100	60	0,15	1860	0,48	5760
14 000	100	60	0,15	2160	0,46	6440
16 000	100	60	0,15	2460	0,44	7040
18 000	100	60	0,15	2760	0,42	7560
20 000	100	60	0,15	3060	0,40	8000

LÄHTEET

- Braskerud, B.C., Tonderski, K.S., Wedding, B., Bakke, R., Blankenberg, A.G.B., Ulen, B. & Koskiahio J. 2005. Can constructed wetlands reduce the diffuse phosphorus loads to eutrophic water in cold temperate regions? *Journal of Environmental Quality* 34 (6): 2145–2155.
- Götmarm, F. 1989: Costs and benefits to Eiders nesting in gull colonies: a field experiment. – *Ornis Scand.*, 20:283–288.
- Häikiö, M. 1998. Laskeutusaltan toimivuus maatalouden vesiensuojelussa. Suomen ympäristökeskuksen moniste 110. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 90 s.
- Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen – Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631.
- Koskiahio, J. & Puustinen M. 1998. Viljelyalueiden valumavesien käsittely kosteikoissa. *Vesitalous* 2: 21–26.
- Koskiahio, J. 2003. Flow velocity retardation and sediment retention in two constructed wetland-ponds. *Ecological Engineering* 19(5): 325–337.
- Koskiahio, J., Ekholm, P., Rätty, M., Riihimäki, J. and Puustinen, M. 2003. Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands-experiences under boreal conditions. *Ecological Engineering* 20(1): 89–103.
- Koskiahio, J. & Puustinen, M. 2005. Function and potential of constructed wetlands for the control of water pollution by diffuse loading. *Journal of Environmental Science and Health Part A-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering* 40(6–7): 1265–1279.
- Koskiahio, J. 2006. Retention performance and hydraulic design of constructed wetlands treating runoff waters from arable land. *Acta Universitatis Ouluensis C* 252. Oulun yliopisto, Oulu. 70 s. (Väitöskirja).
- Lepistö, A., Granlund, K., Kortelainen, P. & Räike, A. 2006. Nitrogen in river basins: Sources, retention in the surface waters and peatlands, and fluxes to estuaries in Finland. *Science of Total Environment* 365: 238–259.
- Liikanen, A., Puustinen, M., Koskiahio, J., Väisänen, T., Martikainen, P. & Hartikainen, H. 2004. Phosphorus removal in a wetland constructed on former arable land. *Journal of Environmental Quality* 33(3): 1124–1132.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1997. Patoturvallisuusohjeet. MMM:n julkaisuja 7/1997. Helsinki.
- Maankuivatuksen ja kastelun suunnitteluopas 2007. Käsikirjoitus vuonna 2007 julkaistavasta maankuivatuksen suunnitteluoppaasta. Suomen ympäristökeskus.
- Nyroos, H., Partanen-Hertell, M., Silvo, K. & Kleemola, P. (toim.) 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvitysten lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Suomen Ympäristö 55. Helsinki 2006.
- Parviainen, J. 2003. Paikkatietojärjestelmän hyödyntäminen peltoviljelyalueiden kosteikkojen ja laskeutusaltaiden yleissuunnittelussa. Iisalmen reitin valuma-alueen kunnostushanke. Loppuraportti. Kuopion yliopisto.
- Puustinen, M., Merilä, E., Palko, J. & Seuna, P. 1994. Kuivatustila, viljelykäytäntö ja vesistökuormituksen vaikuttavat ominaisuudet Suomen pelloilla. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 198. Helsinki 1994.
- Puustinen, M., Koskiahio, J., Gran, V., Jormola, J., Majjala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot – VESIKOT-projektin loppuraportti Suomen ympäristö 499. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 61 s.
- Puustinen, M., Koskiahio, J. and Peltonen, K. 2005. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. *Agriculture, Environment & Ecosystems* 105:565–579.
- Puustinen, M., Koskiahio, J. & Jormola, J. 2006. Monitavoitteelliset vesiensuojelukosteikot maatalouden valumavesien käsittelyssä ja ympäristön tilan parantajina. *Ympäristö ja Terveys* 4–5/2006.
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiahio, J. & Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage Research* 93 (2007) 44–55.
- Puustinen, M. ym. 2007. VIHMA-mallin kehittämisessä ja laskennassa käytetty malliaineisto (julkaisematon).
- Rekolainen, S., Vuoristo, H., Kauppi, L., Bäck, S., Eerola, M., Jouttijärvi, T., Kaukoranta, E., Kenttämies, K., Mitikka, S., Pitkänen, H., Polso, A., Puustinen, M., Rautio, L. M., Räike A., Räsänen, J., Santala, E., Silvo, K. & Tattari, S. 2006. Rehevöittävän kuormituksen vähentäminen. Taustaselvitys osa I. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. SYKE raportteja 22. Helsinki 2006.
- Ruohtula, J. (toim.). 1996. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden suunnittelu. Suomen ympäristökeskuksen moniste 11. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 50 s.
- Schmid, B.H., Koskiahio, J. & Puustinen, M. 2005. Convective oxygen transport in a constructed wetland pond: mechanism, measurements and modelling by multilayer perceptrons. *Journal of Environmental Science and Health Part A-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering* 40(6–7): 1281–1292.
- Schmid, B.H. & Koskiahio, J. 2006. Artificial neural network modeling of dissolved oxygen in a wetland pond: The case of Hovi, Finland. *Journal of Hydrologic Engineering* 11(2): 188–192.
- Silta- ja rumpalausunnnot. Suomen ympäristökeskus 2007. <http://www.ymparisto.fi>
- Seuna, P. 1983. Small basins – a tool in scientific and operational hydrology. Publications of the Water Research Institute 51. National Board of Waters, Helsinki, Finland. 61 p.

- Søvik, A.K., Augustin, J., Heikkinen, K., Huttunen, J.T., Necki, J.M., Karjalainen, S. M., Kløve, B., Liikainen, A., Mander, Ü., Puustinen, M., Teiter, S. & Wachniew, P. 2006. Emission of the Greenhouse Gases Nitrous Oxide and Methane from Constructed Wetlands in Europe. *JEQ* 35:2360–2373(2006).
- Uusitalo, R., Ekholm, P., Turtola, E., Pitkänen, H., Lehtonen, H., Granlund, K., Bäck, S., Puustinen, M., Räike, A., Lehtoranta, J., Rekolainen, S., Walls, M., & Kauppila, P., 2007. Maatalous Itämeren rehevöittäjänä. *Maa- ja elintarviketalous* 96.
- Vehviläinen, B. 1994. The watershed simulation and forecasting system in the National Board of Water and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 17 National Board of Waters and the Environment, Helsinki. 90 s.
- Väänänen, V-M. 2000. Predation risk associated with nesting in gull colonies by two *Aythya* species: observation and an experimental test. – *Journal of Avian Biology* 31:31–35.
- Väänänen, V.M. 2001. Numerical and behavioural responses of breeding ducks to hunting and different ecological factors. – University of Helsinki department of applied biology publication no 4.

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika
		Kesäkuu 2007
Tekijä(t)	Markku Puustinen, Jari Koskiahho, Jukka Jormola, Lasse Järvenpää, Anni Karhunen, Markku Mikkola-Roos, Janne Pitkänen, Juha Riihimäki, Marko Svensberg ja Pentti Vikberg	
Julkaisun nimi	Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 21/2007	
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	http://www.ymparisto.fi/julkaisut	
Tiivistelmä	<p>Kosteikkojen määrän odotetaan kasvavan maatalouden vesiensuojelun menetelmänä merkittävästi lähivuosina. Tähän tarpeeseen koottiin viimeisin tutkimus- ja kokemuspohjainen tieto uusiksi suunnittelu- ja mitoitusohjeistoiksi. Hankkeen tavoitteena oli i) luoda kosteikkojen alueellista ja paikallista yleissuunnittelua koskevat periaatteet ja kriteerit sekä ii) laatia monivaikutteisten vesiensuojelukosteikkojen tavoitteisiin perustuva suunnittelu- ja mitoitusohjeisto käytännön suunnittelijoille. Tässä julkaisussa esitetään rakennettujen kosteikkojen ratkaisuja ja niiden rakenteellisia yksityiskohtia, käydään läpi suunnittelun ja mitoituksen keskeiset periaatteet, käsitellään kenttätutkimusta ja suunnittelussa tarvittavia taustatietoja sekä arvioidaan kosteikkojen avulla saatavia ympäristö- ja muita hyötyjä. Kosteikkojen puhdistusmekanismeja ja niiden vaikutuksia esitetään suunnittelun ja mitoituksen taustatiedoiksi. Julkaisussa käsitellään pelkästään maatalouden monivaikutteisia kosteikoita, joissa vesiensuojelutavoitteet yhdistetään useisiin muihin tavoitteisiin, kuten esim. luonnon monimuotoisuuden lisääntyminen, tulvien hallinta, virkistyskäyttö ja metsästys. Hanke oli MMM:n rahoittama ja toteutettiin yhteistyössä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen (LOS) kanssa. Yleissuunnittelua koskevasta ohjeistosta vastasi LOS ja tästä julkaisusta Suomen ympäristökeskus (SYKE).</p>	
Asiasanat	vesiensuojelu, kosteikot, maatalous, ohjeet	
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
	ISBN 978-952-11-2719-9 (nid.)	ISBN 978-952-11-2720-5 (PDF)
	Sivuja 77	Kieli Suomi
	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkokj.)
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) 20 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00433 EDITA puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007	

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum	Juni 2007	
Författare	Markku Puustinen, Jari Koskiahho, Jukka Jormola, Lasse Järvenpää, Anni Karhunen, Markku Mikkola-Roos, Janne Pitkänen, Juha Riihimäki, Marko Svensberg ja Pentti Vikberg			
Publikations titel	Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus (Planering och dimensionering av jordbrukets mångverkande våtmarker)			
Publikationsserie och nummer	Finlands miljö 21/2007			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	http://www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Våtmarker som en metod i jordbrukets vattenskydd väntas öka märkbart i antal de närmaste åren. För att möta behoven samlades den färskaste forsknings- och erfarenhetsbaserade informationen till nya planerings- och dimensioneringsanvisningar. Projektets mål var att i) skapa principer och kriterier för den lokala generalplaneringen av våtmarker samt ii) göra upp en samling planerings- och dimensioneringsanvisningar för dem som planerar det praktiska utförandet. Samlingen som grundar sig på målsättningarna hos mångverkande vattenskyddsvåtmarker. Denna publikation presenterar lösningar för byggda våtmarker och detaljer i konstruktionen, tar upp de centrala principerna i planering och dimensionering, behandlar fältstudier och bakgrundsuppgifter som behövs planeringen och bedömer de miljö- och andra fördelar som fås med våtmarker. Våtmarkernas reningsmekanismer och deras effekter presenteras som bakgrundsinformation för planering och dimensionering. Endast mångverkande våtmarker för jordbruk behandlas, där vattenskyddsmålen kombineras med många andra mål, till exempel med att naturens biodiversitet ökar, översvämningsskydd, fritidsbruk och jakt. Projektet finansierades av Jord- och skogsbruksministeriet och genomfördes i samarbete med Sydvästra Finlands miljöcentral (LOS). LOS svarade för anvisningarna om generalplaneringen och Finlands miljöcentral (SYKE) om denna publikation.</p>			
Nyckelord	vattenskydd, våtmarker, jordbruk, anvisningar			
Finansiär/uppdragsgivare				
	ISBN 978-952-11-2719-9 (hft.)	ISBN 978-952-11-2720-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 77	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 20 €
	Beställningar/distribution			
Edita Publishing Ab, PB 800, FIN-00433 EDITA, Finland telefon +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-post: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket				
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, FIN-00251 Helsingfors, Finland			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute	<i>Date</i>	June 2007
<i>Author(s)</i>	Markku Puustinen, Jari Koskiahho, Jukka Jormola, Lasse Järvenpää, Anni Karhunen, Markku Mikkola-Roos, Janne Pitkänen, Juha Riihimäki, Marko Svensberg ja Pentti Vikberg		
<i>Title of publication</i>	Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus (Multipurpose wetlands for agricultural water protection – guidelines of wetland planning and dimensioning)		
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 21/2007		
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection		
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	http://www.ymparisto.fi/julkaisut		
<i>Abstract</i>	<p>The number of constructed wetlands (CWs) as water protection measures is anticipated to grow in the near future in Finland. For this need, the latest scientific and experiential knowledge was compiled as renewed planning guidelines. In this project, the objectives were to i) present the principles and criteria for CWs in regional generic planning and ii) formulate detailed design and dimensioning guidelines of multipurpose-CWs for planners. In this publication various solutions of implementation and structural details of CWs are presented, the basic principles of design and dimensioning of CWs are went through, field experiments and initial data needed in planning are dealt with, and the benefits obtained by CWs are assessed. The water-purifying processes in CWs are presented as background information for planning. This publication deals solely with agricultural multipurpose-CWs, which combine the water protection targets with several other objectives like increased biodiversity, flood management, recreational use and hunting. The project was jointly implemented with Southwest Finland Regional Environment Centre (SWREC) and funded by the Ministry of Agriculture and Forestry. SWREC was responsible for the part of regional generic planning and Finnish Environment Institute for this publication.</p>		
<i>Keywords</i>	wetlands, agriculture, management of runoff waters, catchment areas, diffuse pollution, water pollution abatement		
<i>Financier/ commissioner</i>			
	ISBN	ISBN	ISSN
	978-952-11-2719-9 (pbk.)	978-952-11-2720-5 (PDF)	1238-7312 (print)
	No. of pages	Language	Price (incl. tax 8 %)
	77	Finnish	20 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd., P.O. Box 800, FIN-00433 EDITA, Finland Phone +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket		
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FIN-00251 Helsinki		
<i>Printing place and year</i>	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007		

Tässä julkaisussa esitetään maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu- ja mitoitusohjeisto. Julkaisun tavoitteena on kiinnittää suunnittelijoiden huomiota vesistökuormituksen vähentämisen ohella myös muihin ympäristö- ja luontotavoitteisiin. Kosteikot edistävät luonnon monimuotoisuutta, mm. lisäävät kosteikkokasvillisuutta peltojen läheisyydessä ja parantavat vesilintujen elinolosuhteita. Kosteikkoihin voidaan luoda kalastolle suotuisat olosuhteet ja ne monipuolistavat maisemakuvaa peltojen keskellä. Nämä ja monet muut hyödyt voidaan saada aikaiseksi kosteikkojen 'kylkiäisenä' soveltamalla niitä järkevästi maatalouden vesiensuojelussa. Julkaisu on tarkoitettu erityisesti kosteikkosuunnittelijoiden koulutukseen ja aktiiviseen suunnittelukäyttöön. Julkaisusta on hyötyä kaikille kosteikoista kiinnostuneille.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 Edita
Asiakaspalvelu, puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 978-952-11-2719-9 (nidottu)

ISBN 978-952-11-2720-5 (PDF)

ISSN 1238-7312 (painettu)

ISSN 1796-1637 (verkkojulkaisu)



9 789521 127199